

*UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"*

*DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL*



*EL CULTIVO DE LA ALFALFA (*Medicago sativa* L.) Y SU  
CALIDAD COMO FORRAJE.*

*POR:*

*Ricardo Domínguez Pliego.*

*MONOGRAFIA*

*PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:*

*Ingeniero Agrónomo Zootecnista.*

*BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, JUNIO DEL 2006.*

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL**

**EL CULTIVO DE LA ALFALFA (*Medicago sativa* L.) Y SU CALIDAD COMO  
FORRAJE.**

**MONOGRAFIA**

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA.**

*PRESENTA*

***Ricardo Domínguez Pliego.***

*APROBADA*

---

***M.C. Manuel Torres Hernández.***  
*PRESIDENTE DEL JURADO*

---

***M. C. Enrique Esquivel Gutiérrez.***  
*SINODAL*

---

***M.C. Carlos I. Suárez Flores.***  
*SINODAL*

---

***Dr. Ramon Garcia Castillo.***  
*Coordinador de la División de Ciencia Animal*

*BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, JUNIO DEL 2006*

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios por acompañarme y guardarme por el sendero del bien y del trabajo, por darme una vida sana.*

*A mi Alma Terra Mater, La UAAAN por haberme brindado la oportunidad de adquirir una formación profesional al abrirme sus puertas, por darme los fundamentos de la agronomía y que ahora serán mis herramientas de trabajo.*

*A el M. C. Manuel Torres Hernández por aceptar ser el asesor principal de este trabajo, por su paciencia tiempo, disposición y aportaciones hechas en la revisión de este trabajo.*

*A el M. C. Enrique Esquivel Gutiérrez por su apoyo, disposición y adecuadas sugerencias en la estructura de este trabajo.*

*A el M. C. Carlos I. Suárez Flores por su apoyo disposición y adecuadas sugerencias en la estructura de este trabajo.*

*A todas y cada una de las personas que directa e indirectamente me han apoyado económica y moralmente para la culminación de mi carrera profesional.*

*A todos mis compañeros y amigos que de alguna u otra forma me brindaron su amistad.*

**“GRACIAS”**

## **DEDICATORIAS**

*Con todo respeto admiración y cariño para mis padres, que con su amor, trabajo y dedicación son la base de mi superación, gracias por todas y cada una de las cosas que me han otorgado, por sus consejos, por cuidarme siempre, por darme la vida.*

*Sr. Rogelio Domínguez Pliego.*

*Por el arduo trajo y apoyo incondicional a cada paso que doy, por respaldar mis decisiones y hacerme fuerte, por el amor y cariño silencioso que brindas día a día, por alimentar al corazón de grandes y maravillosas ilusiones, por ser un buen padre y por ser mi amigo.*

*Sra. Clara Pliego Sánchez*

*Por cuidar de mi cuado niño al igual que ahora, por tu apoyo, comprensión y sacrificios. Por ayudarme a dar mis primeros pasos.*

*A mis hermanos:*

*Ma. Trinidad*

*José*

*Martín*

*Angélica*

*Por el apoyo y motivación que me brindaron durante mi estancia en la NARRO.*

*A mis abuelos:*

*J. Inés Domínguez Najera (+).*

*Trinidad Pliego Pliego.*

*Maria Sánchez Benítez (+).*

*Por su cariño, motivación, consejos y oraciones para la familia..*

*A mis tíos (as), primos (as) y sobrinos por sus buenos deseos, su cariño, sus consejos y por darme siempre ánimos para seguir adelante, a todos ustedes muchas gracias, que Dios los guarde.*

*Gregorio, Justino, Mario, Jaime, Isabel, Rafaela, Leonor, Angelita, Belén.*

*Omar, Azael, Joran, Gabriel Z., J. Karla, Alba Ma., Dalia, Irlanda, Israel, Irán.*

## Índice de Contenido

Página.

<b>DEDICATORIA</b> .....	
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>OBJETIVOS</b> .....	2
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
<b>I.-HISTORIA Y ORIGEN GEOGRAFICO</b> .....	3
<b>II.-PAISES PRODUCTORES</b> .....	4
<b>III.-ESTADOS PRODUCTORES EN MÉXICO</b> .....	5
<b>IV.-CLASIFICACION TAXONOMICA</b> .....	8
<b>V.-DESCRIPCION BOTÁNICA</b> .....	9
Morfología de la planta.....	9
Polinización.....	12
<b>VI.-CONDICIONES CLIMÁTICAS Y EDAFOLÓGICAS</b> .....	13
Suelos y Salinidad.....	13
PH.....	15
Temperatura.....	15
Precipitación pluvial.....	16
Altura sobre el nivel del mar.....	17
<b>VII.-VARIEDADES</b> .....	17

Variedades de importancia mundial.....	19
Variedades de importancia en México.....	20
Mejoramiento genético de la alfalfa.....	21
<b>VIII.-LAVORES CULTURALES.....</b>	<b>27</b>
Preparación del terreno.....	27
Siembra.....	27
Método de siembra.....	28
Época de siembra.....	29
Inoculación de la semilla.....	30
Dosis de siembra.....	31
<i>Propagación.....</i>	<i>33</i>
Profundidad de siembra.....	33
Riego.....	34
Prácticas de labranza.....	36
<i>Subsuelo.....</i>	<i>36</i>
<i>Barbecho.....</i>	<i>36</i>
<i>Rastreo.....</i>	<i>37</i>
<i>Nivelación.....</i>	<i>37</i>
<i>Trazo de riego.....</i>	<i>37</i>
<b>IX.-FERTILIZACION.....</b>	<b>38</b>
Nitrógeno.....	39
Fósforo.....	39
Potasio.....	40

Azufre.....	41
Boro.....	42
Molibdeno.....	42
Abonos orgánicos.....	42
Enmiendas calizas.....	43
Biosólidos.....	44
<b>X.-PLAGAS Y EMFERMEDADES.....</b>	<b>45</b>
Plagas.....	45
Enfermedades.....	53
<i>Enfermedades Foliares.....</i>	<i>54</i>
<i>Enfermedades de la raíz.....</i>	<i>56</i>
<i>Control biológico del hongo Rhizoctonia solani que afecta a la alfalfa en su establecimiento.....</i>	<i>59</i>
<i>Recomendaciones para disminuir los daños en alfalfa por enfermedades.....</i>	<i>60</i>
Nemátodos.....	61
Insectos benéficos.....	62
Control de malezas.....	63
<b>XI.-CALIDAD DEL FORRAJE.....</b>	<b>65</b>
Variabilidad de la calidad.....	68
Momento adecuado para corte o pastoreo.....	71
Utilización mediante pastoreo.....	73
Como medir la calidad de los henos.....	75

Equipo para el muestreo de rollos y pacas.....	80
Recomendaciones para mantener la calidad.....	81
<b>XII.-USO Y FORMAS EN QUE SE UTILIZA LA ALFALFA.....</b>	<b>81</b>
Utilizada en verde.....	82
Ensilado.....	83
Henificado.....	85
Pellets de alfalfa.....	88
Cubos de alfalfa.....	89
Harina de alfalfa.....	90
<b>ANEXOS.....</b>	<b>93</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>98</b>



## Índice de cuadros.

Cuadro No.	Pagina.
1.-Producción por estado de alfalfa achicalada (2004).....	5
2.-Producción total por regiones de alfalfa achicalada (2004).....	6
3.-Producción por estado de alfalfa verde (2004).....	6
4.-Producción total por regiones de alfalfa verde (2004).....	7
5.-Resumen nacional de alfalfa acicalada (1995-2004).....	7
6.-Resumen nacional de alfalfa verde (1995-2004).....	8
7.-Comportamiento de la producción de alfalfa de acuerdo con la profundidad del suelo.....	14
8.-Clasificación de alfalfas.....	19
9.-Evapotranspiración (mm.) mensual en el cultivo de alfalfa en la Región Lagunera.....	35
10.-Equivalencia de las unidades fertilizantes y de los abonos.....	41
11.-Abonos orgánicos.....	42
12.-Enmiendas calizas y magnéticas.....	42
13.-Malezas presentes en el cultivo de alfalfa en la Región Lagunera.....	64
14.-Parámetros de calidad de alfalfa según el estado fenológico.....	69
15.-Parámetros de calidad de alfalfa por estación.....	70
16.-Parámetros de calidad de alfalfa entre cortes.....	70
17.-Momento de corte de alfalfa para heno y su calidad.....	71

Cuadro No.	Pagina.
18.-Categorización del heno de alfalfa en base a su valor nutritivo.....	72
19.-Digestibilidad y proteína bruta en alfalfa por estrato.....	75
20.-Análisis químico tipo de pellets de alfalfa.....	89
21.-Análisis químico tipo de cubos de alfalfa.....	90
22.-Análisis químico tipo de las alfalfas deshidratadas.....	91

## Índice de figuras.

Figura No.	Pagina.
1.-Producción mundial de semilla de alfalfa (1999-2000).....	4
2.-Tallo de alfalfa con hojas e inflorescencia.....	9
3.-Hojas de alfalfa.....	10
4.-Parte vegetativa de una planta de alfalfa.....	10
5.-Flores de la planta de alfalfa.....	10
6.-Frutos de alfalfa.....	11
7.-Semillas de alfalfa.....	11
8.-Pulgón verde de la alfalfa ( <i>Acyrtosiphon pisum</i> ).....	45
9.-Pulgón manchado ( <i>Therioaphis maculata</i> ).....	46
10.-Chinche de la alfalfa ( <i>Lygus elisus</i> ).....	47
11.-Gusano soldado ( <i>Spodoptera exigua</i> ).....	48
12.-Minador de la alfalfa ( <i>Liriomyza</i> spp.).....	49
13.-Chicharritas.....	50
14.-Periquito tricornudo ( <i>Spissistilus festinus</i> ).....	51
15.-Larva ( <i>Colias philodice</i> ).....	52
16.-Adulto del gusano verde de la alfalfa ( <i>Colias philodice</i> ).....	52
17.-Diabrotica balteata.....	53

Figura No.	Pagina.
18.-Yemas de corona, yemas axilares, tallos de corona y tallos axilares de la alfalfa.....	66
19.-Rendimiento de materia seca digestible y porcentaje de digestibilidad de alfalfa en diferentes estados de madurez, en un ciclo de crecimiento primaveral.....	68
20.-Paca de alfalfa henificada.....	86
21.-Maquina enpaquetadora para confeccion de "Silopack".....	88
22.-Pellets de alfalfa.....	89
23.-Cubos de alfalfa.....	90

## INTRODUCCIÓN

La ganadería intensiva es la que ha demandado de forma regular los alimentos que ha tenido que proveer la industria, dando lugar al cultivo de la alfalfa, cuya finalidad es abastecer a la industria de alimentos.

La alfalfa se utiliza principalmente para la alimentación del ganado bovino productor de leche, de ovinos y caprinos, además de que es utilizada para la elaboración de alimentos concentrados incluidos en la dieta de aves, equinos, cerdos, conejos, entre otros.

La importancia del cultivo de la alfalfa va desde su interés como fuente natural de proteínas, fibra, vitaminas y minerales; así como su contribución paisajística y su utilidad como cultivo conservacionista de la fauna. Además de la importante reducción energética que supone la fijación simbiótica del nitrógeno para el propio cultivo y para los siguientes en las rotaciones de las que forma parte.

Su importancia se debe a la alta productividad, elevado tenor proteico, excelente valor biológico, riqueza en vitaminas como tiamina, cianina, riboflavina, ácido pantoténico y, fundamentalmente, caroteno, asociados a una elevada concentración de sales.

La alfalfa es una leguminosa forrajera perenne que es considerada la especie con mayor contenido proteico usada en la alimentación animal, sus valores oscilan entre 20 a 28 %. También presenta buena digestibilidad su porcentaje varia entre 65 a 77 %.

Además se caracteriza por presentar buenos rendimientos que fluctúan entre 10 a 15 t MS/ha/año y es capaz de soportar hasta 10 cortes al año.

*Medicago*, es el género más estudiado de las leguminosas forrajeras y está conformado por dos especies *Medicago sativa* y *Medicago falcata*, así como un grupo intermedio *Medicago media* o alfalfa variegada, que proviene del cruzamiento de estas dos especies.

*Medicago sativa* es la más importante en la producción animal y tiene muchas variedades comerciales adaptados a diversas condiciones climáticas y edáficas. *Medicago sativa*, es una leguminosa que posee gran variabilidad en sus características morfológicas y fisiológicas, principalmente en el color de las flores, precocidad, resistencia a las bajas temperaturas y enfermedades, la recuperación después del corte, la floración y en el tipo de crecimiento.

## **Objetivos**

-El objetivo de este trabajo de investigación bibliográfica es recopilar información adecuada, actualizada y práctica sobre el cultivo de alfalfa así como su calidad de forraje, que permita al interesado acceder al conocimiento sobre esta especie forrajera.

# **REVISIÓN DE LITERATURA**

## ***I.-HISTORIA Y ORIGEN GEOGRÁFICO***

La alfalfa tiene su área de origen en Asia Menor, en una región comprendida entre Mesopotamia , Persia, Turkestan y Siberia. Abarcando países como Turquía, Irak, Irán, Siria, Afganistán, parte occidental de Pakistán y Cachemira. De aquí probablemente fue llevada a Grecia por los persas en el año 490 a. C., y fue usada por los romanos en su conquista a Grecia como alimento para sus caballos y llevada a Italia en el año 146 a. C. (Hill, 1937; citado por Robles, 1985).

El nombre Alfalfa es de origen árabe; etimológicamente significa "el mejor pasto".

Originaria del suroeste de Asia, siguió el curso de la cultura persa (Persia, hoy Irán), los persas introdujeron la alfalfa en Grecia y de paso a Italia en el siglo IV a.C. expandiéndose posteriormente a toda Europa.

A América fue traída por los españoles, primero a México, después a Chile y Perú, posteriormente a Argentina y Estados Unidos.

Esta especie fue cultivada en el viejo mundo por más de 20 siglos. Los griegos la llamaron "Medike" y los romanos "Hierva médica" debido a su origen meda o persa. En Europa se conoció como "Luzerne", por cultivarse con éxito en Lucerna, al norte de Italia. Con la caída del imperio romano, el cultivo de la alfalfa desaparece de Europa, tal vez quedarían restos distribuidos por el continente que facilitarían la posterior y rápida difusión, pero no fue así (Gómez, 1971; citado por Robles, 1985).

De Italia se extendió a otros países europeos incluso España. Los conquistadores se encargaron de traerla a América, siendo México, Perú y Chile los países donde primero se cultivo. Posteriormente en 1854 fue llevada a Norteamérica, a los estados de California, nuevo México y Arizona. Aquí tuvo poca importancia pues las bajas temperaturas hacían muy riesgoso su cultivo (Hughes et al., 1984).

## II.-PAÍSES PRODUCTORES

El cultivo de alfalfa esta distribuido extensamente en las zonas templadas del mundo, la producción mundial de semilla de alfalfa en el 2000 fue de 89.000 ton., los principales países productores son Estados Unidos, Canadá, Dinamarca, Australia, Hungría, Argentina, Francia y Rep. Checa, (Fig.1).

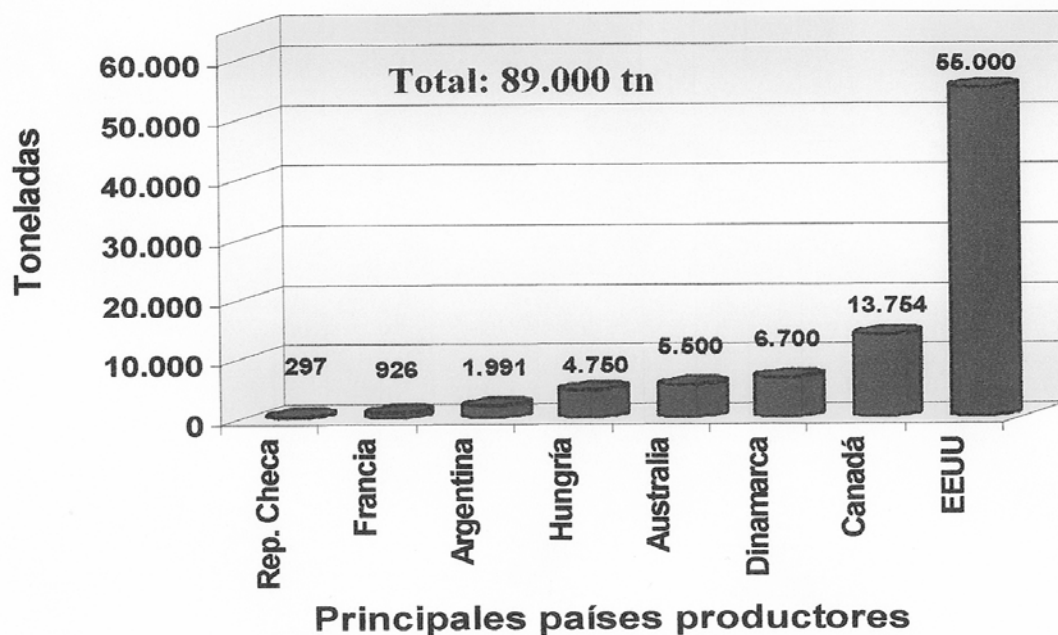


Figura1.- Producción mundial de semilla de alfalfa (1999-2000).

(Fuente: Federation International Seeds)

## III.-ESTADOS PRODUCTORES EN MÉXICO



En México la alfalfa se introdujo durante la conquista española en el centro del país, de donde se extendió a los estados de Hidalgo, Puebla, Guanajuato, Jalisco y Michoacán. Actualmente la alfalfa se cultiva desde el norte hasta algunas partes altas en el sureste del país (cuadro 1). Por regiones la producción se distribuye como se señala en el cuadro 2.

Cuadro 1.- Producción Agrícola por Estado

2004 / alfalfa achicalada riego + temporal

Estado	Superficie Sembrada (Ha)	Superficie Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	Precio Medio Rural (\$/Ton)	Valor Producción (Pesos)
BAJA CALIFORNIA	2,097.00	1,878.00	8,268.48	4.403	1,303.04	10,774,160.11
BAJA CALIFORNIA SUR	3,889.50	3,843.70	63,195.81	16.441	1,033.69	65,324,892.77
<b>CHIHUAHUA</b>	61,124.73	60,806.73	812,539.87	13.363	994.24	807,862,726.13
DURANGO	4,204.57	4,204.57	57,717.51	13.727	1,722.52	99,419,318.00
JALISCO	1,799.25	1,799.25	35,190.00	19.558	1,389.76	48,905,830.00
NUEVO LEON	2,903.00	2,903.00	59,886.24	20.629	1,095.20	65,587,236.80
PUEBLA	15.00	15.00	232.00	15.467	1,800.00	417,600.00
<b>SAN LUIS POTOSI</b>	7,469.00	7,452.00	152,608.90	20.479	1,277.97	195,030,335.50
SINALOA	4,376.00	2,427.00	42,484.72	17.505	1,832.63	77,858,845.00
<b>SONORA</b>	21,209.00	21,031.00	272,813.00	12.972	1,367.59	373,095,200.00
VERACRUZ	233.00	233.00	4,627.80	19.862	1,166.00	5,396,014.80
ZACATECAS	769.00	769.00	11,304.00	14.700	1,225.00	13,847,400.00

(FUENTE: Sistema de Información Agropecuaria de Consulta, SIACON, 2004.)

Cuadro 2.-Producción total por regiones.

<b>TOTAL</b>	<b>110,089.05</b>	<b>107,362.25</b>	<b>1,520,868.33</b>	<b>14.166</b>	<b>1,159.55</b>	<b>1,763,519,559.11</b>
Región Centro	15.00	15.00	232.00	15.467	1,800.00	417,600.00
Región Centro Occidente	10,037.25	10,020.25	199,102.90	19.870	1,294.73	257,783,565.50
Región Noreste	68,232.30	67,914.30	930,143.62	13.696	1,045.93	972,869,280.93
Región Noroeste	31,571.50	29,179.70	386,762.01	13.254	1,362.73	527,053,097.88
Región SurEste	233.00	233.00	4,627.80	19.862	1,166.00	5,396,014.80

(FUENTE: Sistema de Información Agropecuaria de Consulta, SIACON, 2004.)

Los principales productores de alfalfa verde en riego y temporal en el 2004 fueron Hidalgo, Guanajuato, Baja California, Durango, Coahuila, Puebla y México (Cuadro 3).

Cuadro 3.-Producción Agrícola por Estado.

2004 / alfalfa verde riego + temporal

Estado	Superficie Sembrada (Ha)	Superficie Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	Precio Medio Rural (\$/Ton)	Valor Producción (Pesos)
AGUASCALIENTES	7,500.00	7,500.00	705,614.10	94.082	310.22	218,895,068.87
<b>BAJA CALIFORNIA</b>	25,517.00	25,517.00	1,931,036.00	75.676	240.00	463,448,640.00
CHIHUAHUA	356.00	356.00	6,092.00	17.112	129.55	789,200.00
<b>COAHUILA</b>	24,298.50	23,798.50	1,557,509.69	65.446	258.56	402,714,411.50
DISTRITO FEDERAL	39.00	39.00	3,098.50	79.449	628.24	1,946,590.00
<b>DURANGO</b>	22,737.75	22,434.75	1,809,184.05	80.642	255.03	461,395,061.00
<b>GUANAJUATO</b>	54,787.44	54,537.44	3,171,924.72	58.160	481.57	1,527,504,608.40
GUERRERO	11.00	11.00	494.00	44.909	410.61	202,840.00
<b>HIDALGO</b>	43,032.50	43,032.50	4,480,537.00	104.120	128.31	574,906,751.05
JALISCO	8,043.75	8,043.75	614,545.88	76.400	332.09	204,084,752.00
<b>MEXICO</b>	11,770.25	11,600.25	919,677.53	79.281	350.50	322,347,603.30
MICHOACAN	4,685.09	4,682.34	244,492.40	52.216	655.58	160,284,151.78
MORELOS	162.50	162.50	7,660.00	47.138	535.14	4,099,180.00
NAYARIT	110.75	110.75	3,544.00	32.000	450.00	1,594,800.00
NUEVO LEON	163.75	150.50	7,224.00	48.000	450.00	3,250,800.00
OAXACA	5,561.00	5,561.00	421,175.06	75.737	309.02	130,150,530.00
<b>PUEBLA</b>	16,608.00	16,608.00	1,024,226.00	61.671	324.35	332,205,265.11
QUERETARO	7,025.00	6,964.00	496,713.00	71.326	298.07	148,054,092.42
SAN LUIS POTOSI	3,225.00	3,225.00	380,430.00	117.963	300.00	114,129,000.00
SINALOA	40.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
TAMAULIPAS	40.00	40.00	685.00	17.125	400.00	274,000.00
TLAXCALA	3,524.00	3,524.00	233,402.80	66.232	367.22	85,709,090.00
ZACATECAS	8,735.71	8,606.21	572,075.50	66.472	683.61	391,075,838.50

(FUENTE: Sistema de Información Agropecuaria de Consulta, SIACON, 2004.)

Las regiones Centro y Centro Occidente de México son las que obtuvieron la mejor producción de alfalfa verde en el 2004 (Cuadro 4).

Cuadro 4.-Producción total por regiones.

<b>TOTAL</b>	<b>247,973.99</b>	<b>246,504.49</b>	<b>18,591,341.23</b>	<b>75.420</b>	<b>298.48</b>	<b>5,549,062,273.93</b>
Región Centro	75,136.25	74,966.25	6,668,601.83	88.955	198.12	1,321,214,479.46
Región Centro Occidente	94,112.74	93,669.49	6,189,339.60	66.076	446.84	2,765,622,311.97
Región Noreste	47,596.00	46,779.75	3,380,694.74	72.268	256.88	868,423,472.50
Región Noroeste	25,557.00	25,517.00	1,931,036.00	75.676	240.00	463,448,640.00
Región Sureste	5,572.00	5,572.00	421,669.06	75.676	309.14	130,353,370.00

(FUENTE: Sistema de Información Agropecuaria de Consulta, SIACON, 2004.)

La producción de alfalfa achicalada de 1995 al 2004 se ha incrementado en forma considerable, pues en 1995 fue de 858,834 Ton. y en el 2004 fue de 1,520,868 ton.(Cuadro 5), para la alfalfa verde la producción al 2004 tuvo un ligero descenso en comparación con años anteriores (Cuadro 6).

Cuadro 5.-Producción Agrícola por Año

1995-2004 / resumen nacional / alfalfa achicalada riego + temporal

<b>Año</b>	<b>Superficie Sembrada (Ha)</b>	<b>Superficie Cosechada (Ha)</b>	<b>Producción (Ton)</b>	<b>Rendimiento (Ton/Ha)</b>	<b>Precio Medio Rural (\$/Ton)</b>	<b>Valor Producción (Pesos)</b>
2004	110,089.05	107,362.25	1,520,868.33	14.166	1,159.55	1,763,519,559.11
2003	101,038.13	99,835.63	1,391,345.46	13.936	1,033.94	1,438,572,931.11
2002	98,894.91	98,205.41	1,343,903.70	13.685	1,190.97	1,600,554,948.71
2001	96,200.81	95,561.81	1,310,016.94	13.709	1,119.29	1,466,294,015.23
2000	90,138.10	88,666.10	1,222,068.39	13.783	1,076.34	1,315,366,857.31
1999	77,985.00	76,954.00	1,112,610.50	14.458	1,079.47	1,201,024,974.97
1998	73,740.00	72,984.00	1,053,988.20	14.441	980.64	1,033,582,849.25
1997	79,877.00	79,164.00	1,095,722.34	13.841	962.63	1,054,779,493.27
1996	61,560.25	61,220.25	782,531.80	12.782	842.41	659,210,347.20
1995	70,671.00	68,097.00	858,834.00	12.612	532.34	457,192,535.00

(FUENTE: Sistema de Información Agropecuaria de Consulta, SIACON, 2004.)

Cuadro 6.- Producción Agrícola por Año

1995-2004 / resumen nacional / alfalfa verde riego + temporal

Año	Superficie Sembrada (Ha)	Superficie Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	Precio Medio Rural (\$/Ton)	Valor Producción (Pesos)
2004	247,973.99	246,504.49	18,591,341.23	75.420	298.48	5,549,062,273.93
2003	261,782.75	258,321.00	19,355,611.71	74.929	313.88	6,075,315,709.77
2002	258,376.38	257,364.63	19,508,355.22	75.800	326.79	6,375,125,788.53
2001	245,716.29	243,414.29	18,397,464.30	75.581	312.42	5,747,665,593.91
2000	239,408.29	235,999.13	17,039,348.94	72.201	355.81	6,062,755,623.88
1999	221,523.85	216,851.50	15,913,515.66	73.384	385.14	6,128,877,558.22
1998	223,302.50	217,920.50	14,864,780.50	68.212	364.96	5,425,048,986.38
1997	217,577.00	214,609.00	15,991,893.00	74.516	283.96	4,541,047,029.48
1996	224,112.00	221,782.00	16,232,938.70	73.193	280.41	4,551,839,959.92
1995	215,025.00	213,328.00	15,574,253.00	73.006	188.30	2,932,573,339.00

(FUENTE: Sistema de Información Agropecuaria de Consulta, SIACON, 2004.)

#### IV.-CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

**REINO**-----*Vegetal.*  
**DIVISION**-----*Tracheophita.*  
**SUBDIVISIÓN**-----*Pterosida.*  
**CLASE**-----*Angiospermae.*  
**SUBCLASE**-----*Dicotiledoneae.*  
**FAMILIA**-----*Leguminosae.*  
**SUBFAMILIA**-----*Papiloneaceae.*  
**TRIBU**-----*Trifoliada.*  
**GENERO**-----*Medicago.*  
**ESPECIE**-----*Sativa.*

(Fuente: Cantú, citado por Martínez, 1993)

## **V.-DESCRIPCIÓN BOTÁNICA**

La alfalfa pertenece a la familia de las leguminosas, cuyo nombre científico es *Medicago sativa*. Se trata de una planta perenne, vivaz y de porte erecto.

### **5.1.-Morfología de la planta.**

**-Raíz.** La raíz principal es pivotante, robusta y muy desarrollada, llegando a profundidades de 1.5 m a dos m. durante su primera estación de crecimiento, (en plantas de 3 años puede medir hasta 5 m. de longitud) con numerosas raíces secundarias. Posee una corona que sale del terreno, de la cual emergen brotes que dan lugar a los tallos (Hanson, 1972).

**-Tallos.** Son herbáceos delgados, erectos y muy ramificados (Fig. 2.) para soportar el peso de las hojas y de las inflorescencias, además son muy consistentes, por tanto es una planta muy adecuada para la siega. Alcanzan una altura de 60 a 90 cm., puede haber de cinco a veinticinco o más tallos por planta que nacen de una corona leñosa, de la que brotan nuevos tallos al ser cortados (Wheler, 1950; citado por Bejar, 1997).



**-Hojas.** Son trifoliadas, aunque las primeras hojas verdaderas son unifoliadas, de filotaxia alterna. Los márgenes son lisos y con los bordes superiores ligeramente dentados (Figs. 3 y 4 ) hacia los ápices con escasas estipulas en forma de leznas adheridas al pecíolo (Hanson, 1972).



Fig.3.-Hojas de alfalfa.



Fig. 4.-Parte vegetativa de una planta de alfalfa

**-Flores.** La flor característica de esta familia es la de la subfamilia *Papilionoidea*. Son de color azul o púrpura, con inflorescencias en racimos que nacen en las axilas de las hojas (Fig.5).



Fig. 5.-Flores de la planta de alfalfa.

La flor de una leguminosa típica tiene un pétalo estandarte, dos pétalos ala y dos pétalos quilla, estos últimos que están unidos parcialmente, encierran al pistilo y a los estambres; por lo general existen 10 estambres, 9 de los cuales están soldados en sus

filamentos, formando un tubo que envuelve al pistilo y ovario. En la base de la corona hay secreción de néctar (Ramírez, 1970; Del Pozo, 1983).

**-Fruto.** Es una legumbre indehiscente de color café o púrpura (Fig. 6) con tres o cinco espirales, sin espinas, que contiene entre 6 y 10 semillas amarillentas, arriñonadas y de 1.5 a 2.5 mm. de longitud (Del Pozo, 1983).



Fig. 6.- Frutos de alfalfa

**-Semillas.** Son ovaladas o de aspecto de riñón con una cicatriz en una depresión ancha cerca de un extremo en las semillas ovaladas o en una incisión bien definida, cerca de la mitad en las semillas de forma de riñón; su color es amarillo verdoso a café claro dependiendo de la variedad (Fig. 7) y con longitud de 1.5 mm. o más (Bolton, 1962; citado por Bejar, 1997).



Fig. 7.-Semillas de alfalfa

## **5.2.-Polinización.**

La alfalfa es un cultivo que posee flores hermafroditas, a pesar de esto, la autopolinización presenta muchos problemas, sobre todo de autoincompatibilidad y absorción de embriones; por lo que la polinización cruzada resulta ser la mejor opción, llegando a presentar hasta en un 90 % de los casos.

Las abejas son los insectos polinizadores de la alfalfa, la más importante es la abeja doméstica *Aphis mellifera*, y otras abejas silvestres como *Megachile spp*, *Nomia melander*, *Melissodes spp*, *Bombus spp*, son de especial interés como polinizadores de la alfalfa (Brookes et al., 1994; citado por Bejar, 1997).

Se han efectuado estudios sobre el papel de los insectos en la producción de semilla, con objeto de encontrar métodos para aumentar sus rendimientos. Como resultado se ha determinado lo siguiente (Teuber et al., 1983; citado por Bejar, 1997):

-Un porcentaje relativamente bajo de flores de alfalfa produce semilla por auto polinización.

-La fecundación como resultado del efecto del viento, el agua o el calor solo representa una parte muy pequeña de la producción de semillas en la alfalfa.

-La polinización cruzada debida a los insectos es necesaria para una buena producción de semilla. Prácticamente todas las flores de la alfalfa tienen que ser sacudidas para que formen semilla. Además, esta sacudida tiene que ser realizada por insectos. La sacudida determina la salida brusca de la columna sexual de la quilla de la



flor. Se ha comprobado también que en condiciones naturales, tiene lugar en la alfalfa de un 80 a un 90 % de fecundación cruzada.

Cuando más se estudia el fenómeno de la polinización, se comprueba que es mayor el número de insectos que contribuyen a ella, mediante la sacudida de las flores. Ha resultado práctico el uso de hasta diez a doce colmenas distribuidas por todo el campo, o la movilización frecuente de las mismas, aumenta al parecer la polinización, quizá porque las abejas jóvenes no se pueden alejar mucho de la colmena en sus vuelos (Hughes et al., 1984).

## ***VI.-CONDICIONES CLIMÁTICAS Y EDAFOLÓGICAS***

La alfalfa se desarrolla en casi todos los tipos de suelo, sin embargo, prospera bien en terrenos francos a franco-arenosos profundos con buena dotación de calcio y fósforo, no desarrollando bien en suelos ácidos. En cuanto a climas, se adapta a un amplio rango de condiciones ambientales que van desde desérticos, semidesérticos hasta templados o templados fríos. Es resistente a la sequía, en regiones con clima cálido húmedo se desarrolla bien, pero la calidad del forraje es reducida por el ataque de enfermedades y de plagas (Cueto y Quiroga, 2000).

### ***6.1.- Suelos y Salinidad.***

La alfalfa requiere suelos profundos y bien drenados, aunque se cultiva en una amplia gama de suelos.

Los suelos con menos de 60 cm. de profundidad no son aconsejables para la alfalfa. Requiere espacios suficientes para extender y desarrollar sus abundantes raíces. Se ha determinado que la profundidad del suelo tiene un efecto directo sobre el rendimiento de esta especie forrajera. En el cuadro 7 se observa que en los suelos mas profundos la alfalfa expresa mayor potencial de producción.

Cuadro 7.- Comportamiento de la producción de alfalfa de acuerdo con la profundidad del suelo.

<b>Profundidad del suelo (cm).</b>	<b>Producción (%)</b>
Mayor de 60	100
De 40 a 60	80
De 30 a 40	77

(Espinosa y Ramos, 1997.)

Los mejores suelos son de textura franco arenosa a franco arcillosa y los peores son de textura arenosa o arcillosa. En terrenos muy pesados o arcillosos, siempre existe el peligro de perder el cultivo durante la etapa de establecimiento, debido a la formación de costras sólidas que retienen la emergencia de las plántulas. Además, el suelo compactado bajo condiciones de extrema sequía, dificulta la respiración de las raíces y pone en riesgo la vida de la planta (Espinosa y Ramos, 1997).

La alfalfa es muy sensible a la salinidad, cuyos síntomas comienzan con la palidez de algunos tejidos, la disminución del tamaño de las hojas y finalmente la parada vegetativa con el consiguiente achaparrado. El incremento de la salinidad induce desequilibrios entre la raíz y la parte aérea.

En el noreste de Chihuahua, noreste de Sonora, norte de Coahuila, La Región Lagunera, Aguas Calientes, Jalisco, Hidalgo y Guanajuato se tienen problemas de salinidad que limitan el potencial productivo de la alfalfa (Santamaría et al., 2000).

## **6.2.- PH.**

El factor limitante en el cultivo de la alfalfa es la acidez, excepto en la germinación, pudiendo ser de hasta pH 4.

El pH óptimo del cultivo es de 7.2, recurriendo a encalados siempre que el pH baje de 6.8, además los encalados contribuyen a incrementar la cantidad de iones de calcio en el suelo disponibles para la planta y reducir la absorción de aluminio y manganeso que son tóxicos para la alfalfa (Jarsum, 1996).

Existe una relación directa entre la formación de nódulos y el efecto del pH sobre la alfalfa. La bacteria nodulante de la alfalfa es *Rhizobium meliloti*, esta especie es neutrófila y deja de reproducirse por debajo de pH 5. Por tanto si falla la asimilación de nitrógeno la alfalfa lo acusa (Culto, 1986; citado por Bejar, 1997).

## **6.3.- Temperatura.**

La semilla germina a temperaturas de 2-3° C, siempre que las demás condiciones ambientales lo permitan.

A medida que se incrementa la temperatura la germinación es más rápida hasta alcanzar un óptimo a los 28-30° C. Temperaturas superiores a 38° C resultan letales para las plántulas.

Al comenzar el invierno detienen su crecimiento hasta la llegada de la primavera cuando comienzan a rebrotar. Existen variedades de alfalfa que toleran temperaturas muy bajas (-10°C.).

La temperatura media anual para la producción forrajera está en torno a los 15°C. siendo el rango óptimo de temperaturas, según las variedades, de 18-28° C (Narváez, 1996).

#### ***6.4.- Precipitación pluvial.***

Se le considera a la alfalfa como una planta muy resistente a la sequía; sin embargo, eso no significa que no requiera de importantes cantidades de agua para su adecuado desarrollo y producción.

En climas frescos requiere de 450 a 500 milímetros anuales, mientras que en climas cálidos, áridos y desérticos este límite se eleva hasta los 1200 y 1400 milímetros de agua anualmente (Duarte, 2002).

### **6.5.- Altura sobre el nivel del mar.**

En México se produce en varias zonas altas, se siembra desde el nivel del mar hasta los 2440 m.s.n.m., siendo la altura 500 a 600 m.s.n.m. el límite más bajo para su mejor desarrollo.

En los estados como Baja California esta leguminosa presenta un buen desarrollo debido a que cuentan con un clima continental a pesar de estar en la costa.

## **VII.-VARIEDADES**

El productor siempre estará supeditado a la disponibilidad de mercado, sin embargo, una característica importante al elegir la variedad de alfalfa a implantar es el grado de reposo invernal (latencia). Esta es una característica genética que permite a la alfalfa mantenerse en estado latente durante el período de bajas temperaturas y heladas invernales, se clasifica en grados de reposo que se numeran de 1 (reposo extremadamente largo) a 11 (extremadamente sin reposo). Antes del período de bajas temperaturas se produce una acumulación de reservas de hidratos de carbono en la raíz y corona, que facilitan el rebrote en la primavera, tan pronto como las condiciones se tornan favorables para el crecimiento (Brauer, 1981).

Una variedad de alfalfa con latencia larga es aquella que con los primeros fríos del otoño deja de crecer activamente, iniciando el reposo invernal hasta la primavera siguiente. En general existe una relación inversa entre grado de latencia y persistencia

o duración del cultivo, resultando más longevos aquellos cultivares con mayor latencia invernal (Spada, 2003).

Al elegir una variedad se están compensando por medio de mejoramiento genético los problemas de patógenos y de plagas que se encuentren en cada región. Hoy en día se cuenta con mucha información respecto a la tolerancia o resistencia de las diferentes variedades comerciales a los patógenos y pulgones mas comunes. De la misma manera se le ha podido comprobar en numerosos ensayos a campo, el diferente rendimiento de las variedades comerciales según el tipo de suelo y región que se analice.

En estos casos lo conveniente es basarse en experiencias locales y no extrapolar conclusiones de ensayos de otras zonas o regiones porque no siempre coinciden con las condiciones ecológicas del lugar.

### 7.1.- Variedades de importancia mundial.

Cuadro 8.- Clasificación de alfalfas.

Precocidad	Denominación	País
<i>Temprana</i>	Flamenca	Francia
	Peluda peruana	Perú
	Moapa	E.E.U.U.
	African	E.E.U.U.
<i>Media</i>	Poitou	Francia
	Provenza	Francia
	Calíbreme	E.E.U.U.
	Comunes	E.E.U.U.
<i>Tardía</i>	Ranger	E.E.U.U.
	Hunter river	Australia
	Franconia	Alemania
	Nómada	E.E.U.U.
	Grimm	E.E.U.U.
	Cossack	E.E.U.U.
	Ladak	E.E.U.U.
	Turingia	Alemania
	Turkestán	E.E.U.U.
	Rhizoma	Canadá
	Rambler	Canadá
	Vernal	E.E.U.U.

(Fuente: anónimo. 2006. [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com) el cultivo de la alfalfa.)

## **7.2.- Variedades de importancia en México.**

La producción de semilla de alfalfa es inadecuada para satisfacer la demanda en México. Por lo tanto, aunque hay ecotipos locales derivados de alfalfas españolas (Oaxaca, Atlixco, San miguelito), la mayoría de la semilla es importada de Estados Unidos de América. Debido a la importancia de la producción invernal, los cultivares usados no tienen dormancia o tienen semidormancia (la dormancia es de 8 a 10). Moapa 69 y Cuf 101, dos variedades de E.U.A. han sido usadas ampliamente en el pasado. En informes sobre evaluaciones de cultivares, las nuevas introducciones a menudo superan en rendimiento las variedades elegidas como testigos (Cuf 101 y Moapa 69 en la mayoría de los casos). En revisiones sobre este aspecto, los ecotipos locales (Atlixco, Oaxaca, San miguelito) normalmente superan en rendimiento a los nuevos cultivares en el centro de México, mientras que lo opuesto ocurre en el norte del país (Martínez y Meza, 2001).

Algunas variedades de alfalfa recomendadas para la región templada y semiárida de México que fueron seleccionadas por su alto rendimiento, longevidad, calidad de forraje y además son capaces de producir en el invierno pues tienen un nivel de dormancia entre 8 y 9, por lo que hacen más redituable el suministro del agua de riego, son las siguientes (Espinosa y Ramos, 1997):

**Cuf 101, El Camino, SW-14, Excelente, NK 819, Mesa Sirsa, Suprema, Cóndor, Atoyac, San miguelito y Moapa 69**, las cuales tienen un potencial de producción entre



100 a 110 toneladas de forraje verde por hectárea al año, que equivalen aproximadamente a 22 toneladas por hectárea de forraje seco de buena calidad, con un promedio de 10 cortes por año.

### **7.3.- Mejoramiento genético de la alfalfa.**

Todas las variedades de alfalfa que vienen de estudiarse y la mas extensa lista de las existentes son el resultado de la labor de selección, empírica o metódica, llevada a cabo por el hombre, partiendo de los ecotipos existentes de las especies *Medicago sativa* y *Medicago falcata*.

Las interesantes características agronómicas y las enormes posibilidades marcadas por las numerosas formas que encierra la población del género *Medicago* se han desarrollado en el mundo entero, en orden a conseguir nuevas y mejores variedades de alfalfa.

La adaptación de una variedad depende de su capacidad, de su adaptación a las características climáticas y edáficas del lugar en que se pretende implantar o a una cierta modalidad de aprovechamiento al que la alfalfa se quiere dedicar. Una variedad tendrá gran aceptación si además de sus buenas características agronómicas, la semilla resulta a un precio no excesivamente elevado (Del Pozo, 1977).

El programa de mejora, el esquema o línea de trabajo a seguir varía radicalmente según se trate de un área donde existan variedades o ecotipos autóctonos de alfalfa o, por el contrario, sea una planta de nuevo o reciente cultivo.

La alfalfa es una planta fundamentalmente alógama, en la cual se han aplicado métodos de mejoramiento genético comparables a los del maíz y tiene además algunas características considerablemente diferentes. Desde el punto de vista genético, tales diferencias consisten en que: la alfalfa tiene flores hermafroditas pequeñas, difíciles de emascular.

Tiene un sistema de auto incompatibilidad que asegura un porcentaje de cruzamiento natural ordinariamente superior al 90 %. Son plantas perennes y pueden propagarse vegetativamente con facilidad, lo que representa una gran ventaja cuando se hacen pruebas para determinar cuales son las mejores combinaciones.

**a). -Selección.**

Todo programa de mejora consta de una selección, es decir, la elección dentro de un más o menos amplio panorama de formas, de aquellas que mejor satisfacen.

Se pueden encontrar ecotipos locales relativamente estables en tipo y comportamiento, en las especies forrajeras nativas o en las especies introducidas, mucho tiempo antes para que hayan llegado a establecerse bien en la zona de su adaptación natural. En los ecotipos locales se pueden encontrar excelentes líneas genéticas para el mejoramiento de las variedades locales (Morúa, 1997).

Algunas de las variedades obtenidas en México, tales como Tanhuato y Tanverde, son el resultado de simple selección. El punto de partida fueron plantas que quedaron vivas y vigorosas en siembra de alfalfa ya casi destruida porque el forraje había sido

cortado y pastoreado durante varios años (Robles, 1985).

### ***b).-Variedades Sintéticas.***

En la actualidad, los procedimientos para el mejoramiento de plantas forrajeras se enfocan hacia la producción de variedades sintéticas. Para conformar variedades sintéticas se empieza por observar un buen número de plantas en poblaciones naturales o artificialmente constituidas, de entre las que se eligen las que se muestren superiores.

Estos individuos seleccionados son evaluados por su aptitud combinatoria general como específica. Analizando sus descendencias se procede a una segunda selección, en base ya a las características de sus progenies.

Las plantas así elegidas son reproducidas vegetativamente y trasplantadas a un campo aislado, donde se permite que se polinicen libremente entre ellas. La semilla recogida de todas las plantas se junta y se mezcla homogéneamente para ser sembrada en campo aislado, donde de nuevo se permite la fecundación en régimen de polinización libre. Repetido este procedimiento, que no es ni mas ni menos que sucesivas fases de multiplicación, durante tres o cuatro generaciones, queda la nueva variedad prácticamente estabilizada (Morúa, 1997).

### ***c).- Híbridos.***

Mediante la creación de híbridos se busca la obtención de ejemplares que presenten nuevas combinaciones o agrupaciones de caracteres y en ocasiones mayor vigor, se ha encontrado que la hibridación de la alfalfa es en general baja y que al

aumentar el grado de homocigosis se aumenta muy rápidamente el grado de auto incompatibilidad.

Considerando que las líneas homocigóticas son difíciles de establecer y mas difíciles de mantener y, que no solamente pierde vigor, sino también fertilidad, la conclusión por lo que se refiere al mejoramiento genético de la alfalfa es que en vez de hacer híbridos con dos o cuatro líneas conviene formar variedades sintéticas (Robles, 1985; Morúa, 1997).

#### ***d).-Poliploidía.***

Un poliploide es un organismo con más de dos juegos (genotipos) de cromosomas en células. Se han obtenido formas poliploides en la alfalfa mediante choques térmicos aplicados en el momento de la formación del embrión y, también por tratamiento de las plantas con gotas de colchicina al 0.5% aplicadas en los meristemos apicales cuatro o seis días consecutivos.

Los tetraploides obtenidos son, en general de vitalidad inferior a los diploides, tienen hojas mas gruesas que estos y su meiosis y fertilidad de polen son normales, a pesar de lo cual producen muy poca semilla (Del Pozo, 1977).

#### ***e).-Propagación Asexual.***

La propagación vegetativa de la alfalfa es sencilla, la planta suele producir una gran cantidad de tallitos a la altura de la corona, que son fáciles de separar y lograr que prendan una vez trasplantados, especialmente si llevan unidas a su base una porción

de raíz. Cuando se necesita gran cantidad de material para trasplantar y la planta es joven, frecuentemente no hay suficiente número de tallitos nuevos. Entonces hay que recurrir a esquejar la planta, para lo cual los tallos normales de la misma se dividen en trozos, cada uno de los cuales contenga dos nudos.

Estos esquejes se ponen a enraizar, antes de ser definitivamente trasplantados, en cultivos hidropónicos, bien sobre arena o vermiculita, o bien directamente sobre la solución nutritiva, pero cuidando de que sea convenientemente aireada. Algunos tratan estos esquejes con fitohormonas aceleradoras del enraizamiento, lo que puede resultar interesante en condiciones difíciles (Del Pozo, 1977).

En esta propagación interviene la aptitud individual de la planta y el estado de la alfalfa en el momento del corte. Los mejores resultados se obtienen al enraizar tejidos en pleno crecimiento y en especial del ápice de los tallos. En todos los casos, en un cierto momento del proceso de mejora, se hace preciso que las plantas se reproduzcan en campos aislados debidamente, con objeto de impedir la intervención de polen extraño a las plantas que interesan (Del Pozo, 1977).

#### ***f).-Plantas transgénicas.***

La planta transgénica contiene uno o más genes que han sido insertados en forma artificial en lugar de que la planta los adquiera mediante la polinización. La secuencia génica insertada (llamada el transgen) puede provenir de otra planta no emparentada o

de una especie completamente diferente. Las plantas que tienen transgenes a menudo son llamadas genéticamente modificadas o cultivos GM (Haynes, 2002).

El fitomejorador trata de reunir una combinación de genes en una planta de cultivo que la hagan tan útil y productiva como sea posible. Según dónde y para qué propósito se cultive la planta, los genes deseables pueden proporcionar características tales como un rendimiento más alto, mejor calidad, resistencia a las plagas, a enfermedades, tolerancia al calor, el frío y la sequía. Combinar los mejores genes en una sola planta es un proceso largo y difícil, en especial cuando el fitomejoramiento tradicional se ha limitado al cruzamiento artificial de plantas dentro de la misma especie o entre especies estrechamente emparentadas para reunir diferentes genes (Donald, 1995).

La tecnología transgénica permite a los fitomejoradores reunir en una sola planta genes útiles de una amplia gama de fuentes, no sólo de la misma especie de cultivo o de plantas muy emparentadas. Esta tecnología proporciona un instrumento para identificar y aislar genes que controlan características específicas en una sola clase de organismos y para trasladar copias de esos genes a otro organismo muy diferente, que entonces tendrá también esas características (Kaiser, 2001).

Este poderoso instrumento permite a los fitomejoradores generar variedades de cultivos más útiles y productivos que contienen combinaciones nuevas de genes, y además ampliar las posibilidades más allá de las limitaciones impuestas por la polinización cruzada y las técnicas de selección tradicionales; sin embargo, existen

riesgos, preocupaciones y ciertas interrogante acerca de las posibles consecuencias negativas que afecten la salud humana y el medio ambiente.

## **VIII.- LABORES CULTURALES**

### **8.1.- Preparación del terreno.**

Antes de realizar la siembra es necesario conocer las características del terreno, contenido de fósforo y potasio, condiciones de drenaje y sobre todo el pH.

En esta labor se debe considerar:

- La profundidad de rompimiento del suelo, de manera que favorezca el desarrollo normal de las raíces.
- La destrucción de las malezas para evitar su competencia con la alfalfa por espacio, luz, humedad y elementos nutritivos.
- La formación de una capa de suelo bien mullida y firme en donde la semilla emerja libremente. De forma práctica, al caminar sobre el lote las huellas no deben hundirse mas que 1 cm.(Espinosa y Ramos, 1997).

Conviene aplicar el abonado de fondo y el encalado dos meses antes de la siembra para permitir su descomposición y estar a disposición de la plántula después de la germinación.

### **8.2.- Siembra.**

Los métodos de siembra son al voleo o con sembradoras específicas de precisión. La mayoría de las siembras se hacen sólo con alfalfa, pero también puede asociarse a

gramíneas, las fechas de siembra están condicionadas por la alternancia de los cultivos que se sigue en la explotación.

### **8.3.-Método de siembra.**

Si se dispone de riego rodado y el cultivo será utilizado para corte, se recomienda realizar la siembra con sembradora de granos pequeños "Brillon" bajo el siguiente procedimiento (Espinoza y Ramos, 1997):

**-Surcar.-** Esto con el fin de hacer una distribución uniforme del agua de riego y facilitar la cosecha.

**-Sembrar.-** Con la utilización de la sembradora de granos pequeños la distribución de la semilla y su profundidad es uniforme, lo cual favorece la emergencia de la planta.

Si la alfalfa va a ser utilizada para pastoreo directo, o bien para corte manual con guadaña se recomienda que se establezca en melgas, sembrada al voleo o con sembradora de granos pequeños. Cabe señalar que la construcción de melgas se debe realizar antes de la siembra. El método de siembra en melgas ayuda a economizar agua en el riego; sin embargo, los bordos dificultan la cosecha mecánica.

Cuando se dispone de riego por aspersión, se recomienda sembrar al voleo o con sembradoras de grano pequeño, como las de tipo "Brillon" sin importar el uso de la alfalfa, ya sea para corte o pastoreo directo.

### **8.4.- Época de siembra.**



En regiones cálidas y praderas de secano la siembra se realizará en otoño, pues el riesgo de heladas tempranas es muy reducido; además la planta desarrolla su sistema radicular, almacena las reservas y a partir de la primavera siguiente la explotación está en un nivel alto de producción.

Se aconsejan las siembras primaverales en zonas frías de secano. En cultivos de regadío la siembra se realizará en primavera, aún teniendo en cuenta que su mayor inconveniente es la presencia de malas hierbas.

El periodo óptimo para la siembra en la Región Lagunera es en los meses de Noviembre y Diciembre. Debido a las condiciones de clima que prevalecen durante este periodo, las siembras de alfalfa que se establecen en estos meses no presentan problemas por altas infestaciones de maleza y el tiempo que necesita la alfalfa para alcanzar el primer corte, es lo suficientemente largo para permitirle a la planta desarrollar un sistema radicular profundo y vigoroso, capaz de soportar el estrés que sufren las plantas cuando se someten al primer corte.

Cualquier siembra fuera de este periodo, tiene que ser respaldado por un eficiente programa para el control de malezas y por un monitoreo cuidadoso de la humedad del suelo tendiente a evitar mermas importantes en la población de las plántulas durante la fase de establecimiento.

Para el caso de Aguas Calientes se recomienda establecer el cultivo en otoño e invierno, es decir, del 15 de Octubre al 15 de febrero. Para los estados en general del centro del país la época de siembra óptima es en el otoño, de septiembre a noviembre.

#### **8.5.- Inoculación de la semilla.**

El cultivo de alfalfa se caracteriza por tener altos requerimientos de nitrógeno, mas altos de los que el suelo le podría brindar, estas diferencias entre lo que aporta el suelo y lo que la planta necesita son aportadas por medio de la asociación simbiótica entre las bacterias *Rhizobium meliloti*; la función de estos microorganismos es captar el nitrógeno del aire y fijarlo en el suelo para ser aprovechado por la planta (Quiroga et al., 2000).

Estas bacterias existen en forma natural en el suelo, pero por medio de la inoculación de la semilla con capas especialmente seleccionadas, se aumenta la eficiencia de la fijación del nitrógeno atmosférico y debido a esto se aumentan los niveles de producción. La inoculación permite ahorrar fertilizante, aumentar la producción del forraje y la duración del cultivo, los inoculantes son adquiridos en el mercado con los nombres de nitrobacter, nitrogina, pagaor, etc., y existen variedades de alfalfa que ya vienen preinoculadas, las cuales pueden contener otros compuestos además del inoculante como funguicida sistémico y de contacto, micronutrientes esenciales para el periodo de establecimiento, cobertura neutralizante del pH, pigmentos y adhesivos específicos (Márquez et al., 2000).

Debe inocularse principalmente en terrenos donde no se ha sembrado antes alfalfa, ya que esto asegura la fijación de nitrógeno atmosférico por parte de la leguminosa. Generalmente se utilizan de 250 a 300 grs. de producto para la cantidad de semilla utilizada por hectárea. La semilla se humedece con agua al momento de inocular para que el inoculante se adhiera fácilmente.

Solo debe prepararse la semilla que se vaya a sembrar durante el día; la semilla preparada no deberá quedar expuesta al sol, por lo cual la inoculación se realiza bajo la sombra. Después que la semilla se orea se deposita en la sembradora y se tapa para que no penetre el sol (Márquez, 2000).

#### **8.6.- Dosis de siembra.**

En el cultivo de alfalfa, el costo de la semilla equivale al 50% del costo total de establecimiento, por lo que es importante seleccionar la variedad y usar la cantidad adecuada. La cantidad de semilla a utilizar dependerá de la calidad de la semilla, la cantidad y distribución de lluvias, la preparación del suelo y la eficiencia de la maquinaria sembradora.

En siembras asociadas con gramíneas la dosis de alfalfa debe reducirse a 6-8 kg/ha en praderas con pastoreo, y a 12 -16 kg/ha en el caso de praderas de siega.

Para lograr un buen establecimiento, se debe tener una población en promedio de 500 plantas por metro cuadrado, esto después de un mes de la fecha de siembra, para esto se requieren de 30 a 35 kg/ha de semilla. La densidad inicial de plantas depende de la proporción de semilla viable y tiene efecto a largo plazo sobre la vida productiva

del cultivo. Cabe señalar que si se usa una cantidad de semilla mayor a la recomendada, no se aumentan los rendimientos por hectárea, pero sí se elevan los costos de establecimiento del cultivo.

La inclusión de cultivos acompañantes es una práctica ampliamente difundida, que se justifica en los siguientes casos:

- a) En suelos livianos propensos a erosión eólica donde se logra una rápida cobertura del suelo a través del acompañante.
- b) En lotes muy enmalezados, en los que el cultivo acompañante reduce sensiblemente el efecto negativo que ejercen sobre la alfalfa ciertas malezas primaverales.
- c) Para aumentar la cantidad de forraje logrado el primer año.

Los cultivos acompañantes más utilizados son avena, centeno y trigo. Si bien el uso de un cultivo acompañante se justifica en las situaciones antes mencionadas, éste compite con la alfalfa por agua, luz y nutrientes (Duarte, 2002).

En suelos con buena fertilidad y disponibilidad de humedad, la competencia por luz es la más importante. A medida que se atrasa la fecha de siembra, la competencia ejercida por los cultivos acompañantes se acentúa, reduciendo la posibilidad de lograr una buena población inicial de plantas de alfalfa.

Se ha observado que cuando el cultivo acompañante se destina a la producción de grano, la producción de alfalfa durante la primera temporada se reduce marcadamente, por lo tanto es importante cosechar el cultivo acompañante lo más rápido posible (pastoreo o corte para henificar).

La densidad del cultivo acompañante debe ser tal que permita lograr establecer entre 20 y 30 plantas por metro cuadrado. En general, la cantidad de semilla del cultivo acompañante, dependiendo del cereal utilizado, variará entre 20 y 30 Kg. /ha (Bobadilla, 2002).

#### **8.6.1.- Propagación.**

La forma de propagación en la alfalfa es por medio de rizomas que son brotes que salen de la corona y crecen más o menos horizontalmente antes de emerger del suelo, sin embargo, el desarrollo de rizomas no es suficientemente rápido en las variedades comerciales para utilizarse como un método práctico de propagación.

Otra forma de propagación en la alfalfa es por desarrollo radicular rastrero, este consiste en brotes adventicios, que se forman en yemas hinchadas de las raíces laterales; sin embargo la forma más práctica de propagación de esta especie vegetal es su semilla (Robles, 1985).

#### **8.7.- Profundidad de siembra.**

Depende del tipo de suelo: en terrenos pesados la profundidad está comprendida entre 1-1.25 cm., en terrenos ligeros o arenosos, la profundidad será de 2.5 cm.

### **8.8.-Riego.**

Los requerimientos de riego para la producción de forraje de alfalfa dependen de la textura y profundidad del suelo, de la precipitación pluvial, la evapotranspiración, la temperatura, la duración de la temporada de crecimiento y las prácticas de cultivo. Aun cuando este cultivo necesita suficiente humedad para un buen desarrollo, el exceso de agua lo perjudica a tal grado de ocasionarle fuertes pudriciones de la raíz y la muerte prematura de las plantas (Ramírez, 1974).

La tecnología de riego que se aplica a este cultivo usualmente es riego superficial o de gravedad a través de melgas, riego por aspersión en diferentes modalidades y recientemente riego por cintilla enterrada.

Dentro de los aspectos mas importantes que se deben considerar al momento de seleccionar la tecnología de riego que conviene aplicar a cada caso son: el cómo, el cuando y el cuanto regar. Estas incógnitas generalmente deben tomarse muy en cuenta en las etapas de planeación, operación, evaluación y realización de ajustes en el riego de la alfalfa.

En las condiciones de la región lagunera en la etapa de establecimiento se recomienda la aplicación de una lámina total de 50 cm. distribuida en seis riegos con láminas de 8 cm. por riego. Para la etapa productiva se aplica el criterio de 130 cm. en el primer año. El consumo de agua de la alfalfa se muestra en el cuadro 9. Se considera que en un riego superficial se puede aspirar a una eficiencia de hasta un 80 %, para aspersión un 90 % y para goteo hasta un 95% (Moreno et al., 2002).

Cuadro 9.- Evapotranspiración (mm.) mensual en el cultivo de alfalfa en la Región Lagunera.

<b>Mes</b>	<b>Evapotranpiración (mm.)</b>
Enero	82.1
Febrero	119.4
Marzo	191.4
Abril	154.2
Mayo	172.1
Junio	216.3
Julio	224.4
Agosto	226.5
Septiembre	141.7
Octubre	128.2
Noviembre	86.6
Diciembre	75.3

(Moreno et al., 2000.)

Otra información importante a considerar para el análisis o planeación del riego, lo constituyen las pérdidas que se tienen en la red interparcelaria, la selección del sistema de riego depende de los siguientes factores:

Cantidad de agua, costo de la energía y profundidad de bombeo, pendiente del terreno, tipo de suelo, calidad del agua, mano de obra, cosecha, relación beneficio-costos o tasa interna de retorno.

Para regiones alfalferas como Aguas Calientes, se recomienda la aplicación del riego como a continuación se menciona (Espinoza y Ramos, 1997):

El riego de germinación debe ser ligero y aplicarse lentamente para evitar el arrastre de la semilla; 10 días después se debe aplicar un riego ligero para lograr la germinación uniforme. En los riegos posteriores, se pueden manejar volúmenes más grandes de agua; sin embargo, siempre deben evitarse encharcamientos prolongados. En general después de los riegos de germinación y nacencia, se aplican otros 3 riegos en periodos de 15 a 20 días antes del primer corte, y el segundo 15 días después. Cuando las temperaturas son elevadas, las laminas de riego deben ser bajas con aplicaciones frecuentes para evitar la aparición de enfermedades de la raíz.

### ***8.9.- Prácticas de labranza.***

#### ***8.9.1.- Subsuelo.***

Esta labor se recomienda para suelos pesados debido principalmente a que rompe el piso de arado formado por el uso continuo de maquinaria, su profundidad puede ser de 50 a 60 cm. en sentido contrario a la pendiente del terreno, con esto se mejoran las condiciones de drenaje y aumenta la capacidad de almacenamiento del agua (Espinoza y Ramos, 1997).

#### ***8.9.2.- Barbecho.***

La finalidad de esta práctica es voltear el suelo de la capa arable, destruir e incorporar malas hierbas, plagas invernales y residuos de cualitativos anteriores; se considera que una penetración del arado de 30 a 40 cm. es suficiente para un buen desarrollo radicular de la alfalfa y una buena penetración del agua y aire del suelo.

#### ***8.9.3.-Rastro.***



Al rastrear, se desmoronan los terrones que quedan después del barbecho y al mismo tiempo se incorpora el fertilizante. Para obtener un mejor mullido del terreno se recomienda dar dos pasos de rastra en forma cruzada.

#### **8.9.4.- Nivelación.**

Al realizar las labores de barbecho y rastreo se efectúan movimientos de tierra que hay que corregir. En este caso la nivelación sirve para emparejar el terreno permitiendo realizar una siembra uniforme en cuanto a densidades y profundidad, facilita el trazo de melgas y la distribución del agua de riego. Además evita encharcamientos que provocan la asfixia de las raíces y la incidencia de enfermedades.

#### **8.9.5.-Trazo de riego.**

En el caso del riego superficial se debe considerar la pendiente del terreno, textura del suelo, lamina por aplicar para sacar los gastos y la longitud de tendida, como factores para alcanzar la máxima eficiencia de aplicación, un almacenamiento mayor del 85 % y que la uniformidad en el riego resulte mayor del 80 %.

En este aspecto, se sugiere el trazo de melgas o curvas a nivel que permitan manejar adecuadamente el agua de riego, por ejemplo melgas de 4 m. de ancho por 50 a 100 m. de largo, con una pendiente de 5 cm. por cada 50 m., sin embargo, la topografía del terreno puede influir en realizar riegos cortos, así como la disponibilidad del caudal o gasto de agua, procurando una pendiente transversal con un rango no mayor de 3 cm. en 100 m.

En suelos demasiado arcillosos, se recomienda trazar camellones de 1.20 a 1.50 m. de ancho por el largo que permita la cantidad de agua de riego y la pendiente del terreno, separados por surcos que sirvan para dar los riegos y facilitar el drenaje en época de lluvias (Moreno et al., 2000).

## **IX.-FERTILIZACION**

Debido a que se trata de un cultivo perenne, lo más aconsejable es realizar un muestreo de suelo a 30 y 60 cm. de profundidad para obtener información de los nutrientes que contiene (Bendixen, 1991).

Con este análisis de suelo es posible tener una idea bastante precisa de la demanda anual de nutrimentos del cultivo y de las necesidades de fertilización complementarias a las cantidades de nutrimentos ya disponibles en el suelo antes de la siembra. Son necesarios estudios más detallados, tanto de suelos como de calidad del agua para riego, en caso de disponer de equipos de riego presurizados, sobre todo si se programa aplicar agroquímicos y/o fertilizantes a través de estos sistemas de riego.

Se sugiere que al momento de la siembra se utilicen 40 kg. de nitrógeno y 90 kg. de fósforo por hectárea. En la etapa de producción es conveniente fertilizar cada 6 meses con 90kgs de fósforo por hectárea (Espinoza y Ramos, 1997).

### **9.1.-Nitrógeno.**

Cuando las condiciones son óptimas para el cultivo; cuando el pH no es muy ácido y no existe déficit de ningún elemento esencial, la alfalfa obtiene el nitrógeno por las

bacterias de sus nódulos. Pero durante el estado vegetativo de las plántulas, estas requieren nitrógeno del suelo, hasta que se formen los nódulos y comience la fijación por las bacterias del genero *Rhizobium*.

Por lo tanto, se debe abonar 20 Kg. / ha de N. pues cantidades mayores producirán un efecto negativo al inhibir la formación de nódulos (Bendixen, 1991).

### **9.2.- Fósforo.**

El fósforo es muy importante en el año de establecimiento del cultivo, pues asegura el desarrollo radicular, incrementa el crecimiento y desarrollo general de la planta y provee mayor resistencia a condiciones adversas, además este elemento se acumula principalmente en tejidos activos, semillas y frutos, siendo muy móvil en la planta pero lento en el suelo. Se recomienda aplicarlo en profundidad, incluso en el momento de la siembra con la semilla, debido a que se desplaza muy lentamente en el suelo (Reinhart, 1990).

En alfalfares de regadío con suelos arcillosos y profundos, la dosis de fósforo de fondo para todo el ciclo del cultivo es de 150-200kg-ha.

### **9.3.- Potasio.**

Promueve un mayor crecimiento y vigor de la planta así como un mejor desarrollo de flores, frutos y semillas. Además, sino hay una adecuada cantidad de potasio, los cultivos de alfalfa degeneran y rápidamente predominan las malezas y las gramíneas.

La alfalfa requiere grandes cantidades de este elemento, pues de él depende la resistencia al frío, sequía y almacenamiento de reservas. Se recomienda aplicar potasio de fondo antes de la siembra junto con el fósforo (Rodríguez, 1996).

Un adecuado contenido de fósforo y potasio en el suelo al momento de la siembra, es esencial para que se establezca favorablemente la alfalfa. La cantidad y método de colocación depende de la fertilización nativa del suelo y la capacidad de fijación de estos elementos (Sanderson, 1993; citado por Bejar, 1997).

El abonado potásico de mantenimiento se realiza anualmente a la salida del invierno. En suelos pobres se recomienda un abonado de fondo de 200-300 kg/ha. En el cuadro 10 se muestra la equivalencia de las unidades fertilizantes y de los abonos empleados. Una unidad de fertilizante es igual a 1 kg. de nitrógeno, de fósforo o de potasa.

Cuadro 10.-Equivalencia de las unidades fertilizantes y de los abonos.

<b>Equivalencia fertilizante</b>	<b>Abono</b>	<b>Riqueza en %</b>
1 unidad de nitrógeno (N)	1.2 kg de abono anhidro	82
	2.2 kg de urea perlada	46
	3.0 kg de nitrato amonico (alta)	33
	3.8 kg de nitrato de amonico (media)	26
	5.0 kg de nitrato amonico (baja)	20
	5.0 kg de sulfato amonico	20-21

	5.5 kg de fosfato amonico	18-20
	5.5 kg de cloruro de calcio	16-21
	6.3 kg de nitrato sodico	16
	6.5 kg de nitrato de cal	15
	7.7 kg de nitrato de potasa	13
1 unidad de fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2.0 kg de fosfato amonico	46-52
	2.2 kg de superfosfato	36-48
	2.2 kg de fosfato bicálcico	38-42
	2.9 kg de Phosfal	34
	3.3 kg de fosfato natural	26-35
	3.7 kg de superfosfato enriquecido	25-35
	5.5 kg de superfosfato natural	16-24
	5.5 kg de escorias	16-20
1 unidad de potasa (K <sub>2</sub> O)	1.7 kg de cloruro de potasa	60
	2.0 kg de sulfato de potasa	50
	2.3 kg de nitrato de potasa	44
	2.5 kg de silvinita	40
	3.6 kg de Pantentkali	28

(Gros y Domínguez, 1992.)

#### **9.4.- Azufre.**

Los síntomas de carencia de azufre coinciden con los del nitrógeno. Si se añade sulfato de amonio el suelo se enriquece lo suficiente para cubrir las necesidades de la planta.

#### **9.5.- Boro.**

Es común que exista una carencia de boro en el cultivo de alfalfa, ocasionando detención del crecimiento, amarillamiento de las hojas terminales y crecimiento entre nudos escaso.

Para enriquecer el suelo de este elemento se mezcla con otros abonos que facilitan su distribución. Se debe tener en cuenta que los encalados suelen agravar la situación de escasez de boro. Este debe distribuirse durante el invierno o inmediatamente después de una siega.

### **9.6.- Molibdeno.**

En suelos ácidos se puede presentar la carencia de molibdeno, que afecta al funcionamiento de las bacterias fijadoras de nitrógeno.

El fósforo y la cal favorecen la absorción y disponibilidad del molibdeno en el suelo. Los síntomas de carencia coinciden con los del nitrógeno y suelen presentarse en terrenos arenosos y muy ácidos. Cuando es necesario añadirlo al suelo es común que se agregue en forma de molibdato sódico o amónico.

### **9.7.-Abonos orgánicos.**

Se aplican productos orgánicos de origen vegetal o animal en diferentes grados de descomposición; cuya finalidad es la mejora de la fertilidad y de las condiciones físicas del suelo. Las sustancias orgánicas más empleadas son: estiércol, purines, rastrojos y residuos de cosechas. En el cuadro 11 se muestra el abono orgánico mas utilizado (kgs. de alfalfa de elemento fertilizante por tonelada) en el cultivo de la alfalfa y composición.

Cuadro 11.- Abonos orgánicos.

Abono orgánico	Elemento fertilizante		
	Nitrógeno (kg/ton)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ton)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)
Estiércol (20-25% MS)	4	2.5	5.5
Estiércol semilíquido Vacuno-Cerdo(9% MS)	5	2	6

Estiércol semilíquido Vacuno-Ovino(11% MS)	5	4	4
Purín	1.5-2.5*	0.25-0.5*	4-6*

\*Riqueza media por metro cúbico

(Gros y Domínguez, 1992.)

### 9.8.-Enmiendas calizas.

Son materias fertilizantes que contienen calcio y magnesio en forma de óxidos, hidróxidos o carbonatos. La finalidad de la enmienda cálcica es mantener el pH del suelo así como mejorar las propiedades del mismo. Estas enmiendas se emplean principalmente en áreas con suelos ácidos. En el cuadro 12 se muestran las enmiendas calizas y magnésicas mas empleadas, tipos de productos y riqueza en fertilizantes.

Cuadro 12.-Enmiendas calizas y magnéticas.

	Producto	Riqueza		
		CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
<b>Productos crudos</b>	Calizas molidas	45-55	-	-
	Calizas magnésicas	30	20	-
	Margas	25	-	-
<b>Productos cocidos</b>	Cal viva	70-95	-	-
	Cal apagada	50-72	-	-
	Cal magnésica	70*	15	-
	Cal magnésica apagada	50*	10	-
Escorias Thomas		45-55	2-3	16-20

\*Contenidos mínimos de CaO + MgO.

(Gros y Domínguez, 1992.)

### 9.9.-Biosólidos.

Los biosólidos son materiales orgánicos ricos en nutrimentos, derivados del tratamiento de aguas residuales, los cuales han sido estandarizados, cumpliendo con

un específico y estricto criterio de calidad, por lo tanto son adecuados para su aplicación al suelo.

La aplicación de 10 ton/ha de biosólidos digeridos anaeróbicamente, como suplemento fertilizante en alfalfa en suelos calcáreos bajo riego, incrementa el rendimiento de alfalfa, se previene la aplicación de materiales pesados, lo que ha mostrado ser una forma efectiva de rehusar benéficamente los productos residuales (Uribe, 2002).

La aplicación agrícola de los biosólidos está basada en satisfacer los requerimientos de nitrógeno de los cultivos. En cultivos forrajeros como la alfalfa se debe cosechar 30 días después de la aplicación. Cuando los biosólidos se aplican en suelos alcalinos (con pH arriba de 7.6), la solubilidad de los metales pesados es muy baja y minimiza su movimiento hacia acuíferos o su absorción por las plantas.

La utilización de biosólidos digeridos anaeróbicamente en la agricultura es una forma de reciclar benéficamente estos materiales, lo cual da como resultado reducir el uso de fertilizantes químicos. Se recomienda en suelos calcáreos bajo riego, como la alfalfa, en la región norte-centro de México (Uribe, 2002).

## X.- PLAGAS Y EMFERMEDADES

### **10.1.-Plagas.**



Los insectos, cuando se convierten en plagas, reducen los rendimientos del forraje y la vida productiva del alfalfar, esto debido a los daños que ocasionan al alimentarse de los órganos de la planta, además de actuar como vectores de enfermedades provocadas por bacterias, hongos y virus.

Las plagas presentes en México y de mayor importancia por las pérdidas que ocasionan son (Ramírez y Nava, 2000):

**Pulgón verde (*Acyrtosiphon pisum*).**

Esta presente durante todo el año, con una incidencia mayor de abril a octubre. El daño que causa se manifiesta principalmente por la coloración verde amarillenta que ocasiona al follaje (Fig.8).



*Fig.8.-Pulgón Verde (*Acyrtosiphon pisum*)*

*(Fuente: The University of California, 1995.)*

El cuerpo de esta especie, las antenas y las patas tienen una coloración verde clara. Existen hembras ápteras y aladas: las ápteras miden de 3 a 4 mm. de longitud y presentan abdomen globoso. Las hembras aladas solo se diferencian por su par de

alas. Se alimentan de las hojas de la planta y reducen la producción y calidad del forraje.

**Pulgón manchado (*Therioaphis maculata*).**

Es un insecto de forma oval, color gris, con manchas color café oscuro en el abdómen. Tiene de 1.5 a 2mm. de largo (Fig. 9).



Fig. 9.- Pulgón Manchado (*Therioaphis maculata*)

(Fuente: Oklahoma State University-USA, 1998.)

Este insecto se alimenta de la savia del envés de las hojas, al mismo tiempo que inyecta con su aparato bucal sustancias tóxicas, las cuales en un principio provocan amarillamiento de las hojas y posteriormente su secado y caída.

La producción de mielecilla en las plantas es una característica de este insecto, la cual es un medio propicio para el desarrollo de hongos saprófitos que le dan al cultivo un color negro: reduciéndose el rendimiento y la calidad del forraje. La reproducción de este insecto es durante todo el año en climas cálidos.

**La chinche de la alfalfa (*Lygus elisus*).**

Es un insecto chupador de 6 mm de largo (Fig.10), oval y color café verdoso, con una marca de color amarillo en el dorso. Las ninfas se diferencian de los adultos por su

menor tamaño y carencia de alas. Los adultos son de movimientos rápidos y capaces de volar, lo cual les permite escapar de sus enemigos naturales. Los adultos succionan la savia de las plantas, principalmente de las terminales y las hojitas tiernas, distorsionándolas y ocasionando la caída de los botones florales.



*Fig. 10.-Chinche de la alfalfa (Lygus elisus).*

*(Fuente: Texas Agricultural Extensión Service, sin fecha.)*

Además del daño físico, resulta una reacción tóxica sobre las células de la planta, cercana a la perforación que realizan. Acusan su ataque las distorsiones, los botones secos y el crecimiento exagerado y sin fructificaciones de las plantas atacadas.

Esta especie pasa el invierno en forma de adulto en sus escondites, oviposita sobre las flores, yemas, brácteas, nudos y entrenudos. Después de ocho días nacen las ninfas que son de color verde pálido y tienen un punto anaranjado en la mitad del abdomen. Poco después de que empiezan a alimentarse toman un color verde mas oscuro y del tercer al quinto estadio tienen cuatro puntos negros en el tórax.

**Gusano soldado (Spodoptera exigua).**

Los adultos son de color café grisáceo (Fig.11), tienen aproximadamente 1.5 cm. de largo. Las hembras depositan alrededor de 500 huevecillos en grupos sobre el follaje de las plantas, los cuales cubren con setas o pelos que dan la apariencia de algodonsillo. Las larvas alcanzan 2.5 cm. de largo, son de color verde claro. Este insecto se alimenta del forraje de la planta.



Fig.11.-Gusano Soldado (*Spodoptera exigua*).

(Fuente: Guía de identificación de insectos de Québec, sin fecha.)

### **Barrenador de la raíz (*Epicaerus aurifer*).**

El daño lo causan las larvas que se alimentan de las raíces primarias, produciendo lesiones, por las que se introducen enfermedades fungosas y bacterianas, ocasionando la pudrición de la parte central de las raíces.

El síntoma característico es la marchites progresiva de las plantas, que culmina con la muerte de estas.

El adulto es de color gris a negro y mide unos 10 mm. de largo, sus antenas son escamosas insertadas en los lodos del pico. En las noches se alimenta del follaje y durante el día se oculta entre la hojarasca o en la corona de la raíz. Las hembras ponen sus huevecillos sobre el envés de las hojas, los cuales en 3 o 4 semanas dan origen a larvas de color blanco cremoso que se alimentaran de las raíces primarias.

### **Minador (Liriomyza spp.).**

El adulto mide aproximadamente 2.5 mm. de longitud (Fig.12), es de color amarillento con el dorso negro. Las hembras, tan pronto como emergen las plantas, insertan los huevecillos en los tejidos de las hojas.

Las larvas al nacer son incoloras, pero al crecer toman un color amarillento, este es más intenso en las que alcanzan su completo desarrollo.



Fig. 12.- *Minador de la alfalfa (Liriomyza spp.).*

(Fuente: Clemson University-USDA. Cooperative Extension Slide, sin fecha.)

### **Picudo egipcio (Hypera brunneipennis).**

Los adultos miden alrededor de 6mm. de largo y son de color oscuro. Pasan un periodo de reposo o letargo y aparecen en los campos de alfalfa en los últimos días de noviembre.

La ovoposición es de diciembre a enero. Los huevecillos son de color naranja amarillento y son depositados en el interior de los tallos de alfalfa. Las larvas aparecen en enero, son de 1cm. de longitud con una raya media dorsal de color blanco, destaca la cabeza por ser de color negro. Las larvas son las que causan mayor daño al cultivo pues se alimentan del follaje de la planta.

### **Chicharritas.**

Existen varias especies, estas se presentan generalmente en la temporada de lluvias.

Las chicharritas son insectos pequeños (Fig.13), de coloración verde pálido, café, gris, etc. tanto los adultos como las ninfas se alimentan de la savia de las hojas, y al mismo tiempo pueden actuar como vectores de enfermedades causadas por virus. El daño causado por las chicharritas se pone de manifiesto por el amacollamiento de las hojas y en ocasiones por el achaparamiento de la planta.



Fig.13.-Chicharritas.

(Fuente: Clemson University-USDA. Cooperative Extension Slide, 1995.)

### **Trips (Frankliniella spp. y otros géneros).**

El insecto adulto mide aproximadamente 1mm. de largo y es de color amarillento, las ninfas son blanquizcas y cristalinas.

Las hembras depositan sus huevecillos insertándolos en los tejidos de las plantas. El daño lo causan los adultos y ninfas al raspar y chupar los tejidos epidérmicos para alimentarse.

Los síntomas aparecen en las hojas, estas se ven rasgadas y arrugadas, con manchas blanquizas y plateadas en el envés. Las hojas son atacadas principalmente en las yemas terminales, por lo cual se detiene su crecimiento.

**Periquito tricornudo (*Spissistilus festinus*).**

Los adultos miden de 6 a 8 mm. de largo, saltan cuando se les disturba y vistos dorsalmente tienen forma triangular. Son de color verde, con el pronoto desarrollado y con los bordes laterales rojizos, las ninfas se parecen a los adultos: son de color verde claro y muy espinosos(Fig.14).



Fig.14.- Periquito tricornudo (*Spissistilus festinus*).

(Fuente: Clemson University-USDA. Cooperative Extension Slide, 1995.)

Se alimentan chupando la savia del forraje. Otro daño importante lo provocan al ovipositar en la parte baja de los tallos, donde insertan varios huevecillos; ahí se desarrollan lesiones y callosidades en forma de corona, y cuando se presentan fuertes vientos puede ocurrir el rompimiento del tallo en esa parte.

**Gusano verde de la alfalfa (*Colias philodice*).**

Cuando las poblaciones son abundantes causa considerables daños al cultivo. Los adultos son mariposas de color amarillo (Figs.15 y 16) con tonalidades bronceadas o anaranjadas, los márgenes de los extremos salientes de las alas son de color oscuro.



Fig.15.- larva (*Colias philodice*).



Fig.16.- Adulto del gusano verde de la alfalfa. (*Colias philodice*).

(Fuente: Clemson University-USDA. Cooperative Extension Slide, sin fecha).

(Fuente: Guía de identificación de insectos de Québec, 1998).

Las hembras depositan sus huevecillos en forma aislada en el envés de las hojas. Los huevecillos son alargados, en forma de barril y marcados por estrías longitudinales, las larvas completamente desarrolladas son de color verde oscuro, de apariencia aterciopelada y con una línea blanca delgada a cada lado del cuerpo, sobre la cual hay una línea roja muy delgada.

### **Diabrotica (*Diabrotica balteata*).**

Estos insectos miden de 6 a 10 mm. de largo y son de color verde claro con franjas amarillas transversales en los élitros (Fig. 17).

Las larvas de esta especie son de color blanco y miden unos 10 mm. aproximadamente; se desarrollan en el suelo donde se alimentan de las raíces de la



planta. Esta especie se alimenta de las hojas de su hospedera, las muerde perforándolas y ocasionalmente ataca los tallos de la planta.

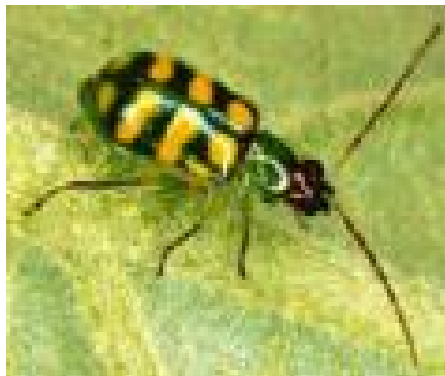


Fig.17.- (*Diabrotica balteata*).

(Fuente: Texas Beetle information, sin fecha.)

Una medida práctica para el control de las plagas mencionadas consiste en realizar cortes prematuros, debido a que así se reduce su proliferación. Su control químico no es recomendable, ya que al suministrar forraje con insecticidas se corre el riesgo de intoxicación del ganado (Losada, 2004).

### **10.2.-Enfermedades.**

Las enfermedades de la alfalfa causan deterioro y muerte de las plantas y generan pérdidas económicas; sin embargo, su ocurrencia y severidad dependen principalmente de las condiciones ambientales, del tipo de suelo y del manejo que se le de al cultivo.

Desde el punto de vista económico existen pocas opciones para el control de enfermedades, por lo tanto, es recomendable seleccionar variedades resistentes a los patógenos (Hijano y Navarro, 1995).

Las enfermedades del cultivo de la alfalfa pueden ser de dos tipos; las que atacan a la parte aérea y, las que atacan la parte subterránea; a continuación se describen algunas de las más importantes.

### **10.2.1.-Enfermedades foliares**

Entre las principales enfermedades foliares que ocasionan pérdidas en el rendimiento de forraje están:

#### **Peca de la alfalfa.**

Es causada por el hongo *Pseudopeziza medicaginis*. Se presenta en la mayoría de las regiones alfalfares de México, especialmente durante la época de lluvias y cuando prevalecen períodos húmedos frescos.

Sus síntomas se observan en las hojas de los dos primeros tercios de la planta, por la presencia de hojas marchitas donde aparecen pequeñas manchas circulares de color castaño variando hasta negro, las cuales pueden provocar la caída de las hojas cuando su ataque es muy intenso. Aunque se trata de una enfermedad de la hoja, también puede aparecer en el tallo (Valdés et al., 2001).

Una práctica recomendable para el control de la peca, es cortar la alfalfa prematuramente durante la época de lluvias, con el fin de conservar las hojas y el valor nutricional del forraje.

#### **Mildeu velloso.**

Es causado por el hongo *Peronospora trifoliorum*, se presenta durante la época de lluvias, principalmente en los terrenos donde la planta permanece húmeda por mucho tiempo. En las hojas infestadas por esta enfermedad se observan manchas de color gris claro sobre los tejidos, los cuales se tornan de un color rojizo cuando el ataque es muy fuerte.

Debido a que el hongo se alimenta de los tejidos, las hojas presentan clorosis, se arrugan o enrollan hacia abajo y frecuentemente mueren desprendiéndose de la planta, también se presenta el raquitismo, decoloración y deformación de las hojas (Hijano y Navarro, 1995).

En contraste con la peca que ataca las partes inferiores, el mildew veloso daña la parte próxima a la extremidad superior de la planta, es decir, el punto donde se forman los nuevos tejidos.

Al igual que para la peca el corte prematuro de la alfalfa, es la práctica más común para conservar las hojas.

### **10.2.2.-Enfermedades de la raíz.**

#### **Pudrición de la raíz.**

En México son numerosos y diferentes los hongos que intervienen para causar la pudrición. Los más comunes y dañinos son varias especies de los géneros de

*Fusarium, Cylindrocarpon, Plenodomus y Rhizoctonia*. Entre los hongos mas comunes se encuentran *Fusarium oxisporum* y *Rhizoctonia solani*.

Los síntomas varían de acuerdo a la naturaleza del hongo, pero todos tienen en común que causan la destrucción de los tejidos de la raíz y del nudo vital de la planta, provocan problemas de absorción y transporte de agua y nutrimentos. Las plantas infectadas reducen su desarrollo, su follaje toma una coloración verde amarillenta, las hojas se marchitan y finalmente la planta muere (Urbina et al., 1998).

El hongo principal causante de la infección suele variar de una localidad a otra según el tipo del suelo. La entrada inicial de estos hongos a la raíz y al cuello se facilita por otros organismos patógenos que han atacado previamente a la semilla o a la plántula.

Para prevenir y controlar al hongo se recomienda nivelar el terreno antes de sembrar con el objetivo de evitar en lo posible el exceso de humedad cuando se aplica el riego.

### **Marchitez bacteriana o "escoba de bruja".**

Esta enfermedad es causada por la bacteria *Corynebacterium insidiosum*, ocurre por lo general en terrenos cuyo drenaje es deficiente o donde existen encharcamientos.

Estas lesiones se pueden localizar en cualquier parte de la raíz. El hongo de esta enfermedad permanece en el suelo dentro de las raíces infectadas y, cuando se

presentan condiciones favorables para su desarrollo (exceso de agua en el suelo), produce esporangios o estructuras fructíferas, de las cuales salen las esporas que se desplazan a través del agua e infectan a otras plantas (Ramos et al., 1998).

La transmisión de la enfermedad puede ocurrir principalmente por el acarreo del hongo a través del agua de riego, herramientas y maquinaria de labranza.

Los síntomas característicos aparecen casi siempre al segundo año de establecido el alfalfar. Inicialmente se observa una reducción en el vigor de las plantas, las hojas se tornan amarillas, se blanquean y mueren a final del verano.

En las plantas afectadas, las hojas son más pequeñas y se engrosan antes de perder su coloración natural, los tallos son más pequeños y numerosos y presentan una apariencia de escoba.

Al analizar la raíz principal de una planta enferma, muestra una coloración castaño pálida en el tejido leñoso y, si se corta en secciones transversales, se observarán unos anillos café-amarillentos, precisamente bajo los tejidos de la base de la corona de la planta.

El control de la enfermedad se logra mediante el manejo adecuado del cultivo durante la cosecha, evitando al máximo el pisoteo excesivo, ya que éste ocasiona lesiones en los tejidos de la base de la corona, dando margen a que aparezca la enfermedad. Además deben evitarse los riegos muy pesados.

El control químico de la enfermedad puede efectuarse con la aplicación de terramicina agrícola y fertilizante foliar que estimule el desarrollo uniforme de los rebrotes afectados por la enfermedad.

### **Pudrición texana.**

Esta enfermedad es frecuente en suelos alcalinos y arenosos, característicos de la región Norte Centro de México, es causada por el hongo *Phymatotrichum omnivorum*.

Los síntomas se observan como un amarillamiento de las puntas de los tallos de los rebrotes y el secamiento posterior de la planta. La raíz presenta una pudrición negra con filamentos blanquecinos sobre su corteza al nivel del suelo; además, cerca de las plantas muertas aparecen masas de esporas del hongo (Hernández et al., 2001).

Para su control se sugiere hacer rotación de cultivos de gramíneas al menos por tres años. Además es recomendable reducir el pH de los suelos por medio de la aplicación de ácidos húmicos, aplicar terramicina agrícola y fertilizante foliar que estimule los rebrotes de las plantas afectadas por la enfermedad.

### **10.2.3.-Control biológico del hongo *Rhizoctonia solani* que afecta a la alfalfa en su establecimiento.**

*Rhizoctonia solani* es uno de los principales agentes causales del ahogamiento y de la pudrición de la corona de alfalfares en producción. El daño de este patógeno, es que provoca muerte pre y postemergente, reduciendo hasta en un 50% la germinación. Otras de las alteraciones asociadas a este patógeno es la pudrición de la corona de la

alfalfa, es la enfermedad mas frecuente en la Comarca Lagunera. Las pérdidas estimadas por esta cusa es de 10 a 30% de forraje/ha/año (Chew et al., 2002).

El hongo *Trichoderma spp.* se utiliza para el control biológico del hongo fitopatógeno *Rhizoctonia solaní* causante de la mortalidad de las plántulas de alfalfa en su establecimiento. Con este hongo se logra proteger a la semilla o plántula permitiendo que la germinación de alfalfa se incremente de 50 a 75%.

Para utilizar al hongo *Trichoderma spp.* se cubren las semillas, deben de quedar perfectamente impregnadas, por lo que es necesario agregar un adherente a la suspensión de esporas (Carboximetilcelulosa, 1.0%). La concentración de esporas que se recomienda es de 90 millones/ml.

Al incrementar el control biológico como una de las prácticas de manejo de las enfermedades ocasionadas por el fitopatógeno *Rhizoctonia solaní*, se logra un incremento de plántulas establecidas en 25%.

*Trichoderma spp.* además de controlar a *Rhizoctonia solaní*, también parásita a *Fusarium spp.*, *Sclerotinia spp.*, *Phymatotrichum omnivorum*, fitopatógenos que atacan a la alfalfa. Sin embargo, se necesita investigación adicional para detectar los mecanismos más adecuados para que *Trichoderma spp.* controle a estos patógenos (Chew et al., 2002).

#### **10.2.4.-Recomendaciones para disminuir los daños en alfalfa por enfermedades.**

- ❖ Sembrar alfalfa siempre después de gramíneas; evitar hacerlo después de otra leguminosa o girasol ya que poseen patógenos comunes.
- ❖ Los lotes apropiados para la implantación son aquellos con suelos bien estructurados, no arcillosos, con buen drenaje, con pH cercano al neutro y un adecuado contenido de fósforo (superior a 12 ppm.) y Potasio.
- ❖ Utilización de variedades resistentes, tolerantes o de comparado buen comportamiento a las enfermedades en las campañas anteriores.
- ❖ Usar semilla certificada de calidad comprobada, la que en ciertos casos está recubierta con el inoculante y funguicida curasemillas.
- ❖ Los cortes y pastoreos se deben realizar en el momento óptimo (5 a 10% de floración o cuando los rebrotes de la corona miden entre 5 y 7 cm.) y en condiciones adecuadas. La cuchilla filosa para realizar cortes netos de los tallos, de rápida cicatrización o “piso” adecuado para evitar el pisoteo destructivo de los animales.
- ❖ Mantener los lotes libres de malezas para el logro de plantas vigorosas y sin competencia.

Las técnicas sugeridas integradas en un manejo racional y aplicadas en la planificación, implantación y cuidado de una pradera serán las responsables de la productividad (cantidad y calidad de forraje) y longevidad de un alfalfar (Verzegnassi et al., 2001).

### **10.3.-Nemátodos.**

La alfalfa puede ser afectada por nemátodos de la raíz y del tallo que ocasionan deformaciones de la raíz y de la corona, evitando que desarrollen nuevos brotes.



El forraje de las plantas atacadas por nemátodos se torna amarillo y las plantas parecen aletargarse. Las infestaciones de nemátodos son más comunes en las zonas de suelos arenosos.

Los principales nemátodos que causan daño a la alfalfa son los de la raíz *Meloidogyne spp.* y el del tallo *Ditylenchus dipsaci* (Cepeda, 1996).

Para el control de los nemátodos se sugiere establecer rotaciones de gramíneas como sorgo, trigo, cebada, etc. además de que se puede utilizar un control biológico; son varios los principales parásitos y depredadores de nemátodos, éstos se mencionan a continuación (Cepeda, 1996):

**Protozoarios.-** La especie *Duboscqui penetrans*. Tiene efectos sobre las poblaciones de nemátodos ya que se sabe que puede esterilizar y matar a nemátodos hospederos.

**Amibas.-** Estas atacan nemátodos que no excedan de 1 mm. con las especies de *Meloidogyne*, *Ditylenchus* y *Pretylenchus*.

**Insectos.-** Algunas hormigas usan los nemátodos para alimentar a sus larvas, al igual que larvas de *Diptera* que se alimentan de nemátodos.

**Bacterias y Hongos.** Estos microorganismos también ayudan a reducir las poblaciones de nemátodos de los nódulos radicales.

**Nemátodos.** Existen géneros de nemátodos depredadores de otros nemátodos, por ejemplo: *Mononchus*, *Diplogaster*, *Seinura*, *Dorylaimus* y *Aphelenchoides*.

#### **10.4.-Insectos benéficos.**

Algunos insectos benéficos para la alfalfa son: Catarinitas (*Hypodamia convergens.*), León de los áfidos (*Chisopa spp.*), Moscas de la flor, Chinchas asesinas (*Zelus spp*, *Sínea spp.*), Chinche Pajiza (*Nabis spp.*), Chinche pirata (*Orius insidiosus.*).

Se debe de evitar al máximo el uso de insecticidas cuando haya abundancia de estos insectos, estos deben utilizarse solamente cuando se tengan grandes poblaciones de plagas en el cultivo.

#### **10.5.-Control de malezas.**

Las malezas son el complejo de malas hierbas que pueden invadir el cultivo en las primeras fases de su desarrollo, así como en etapas avanzadas de su establecimiento y producción.

Las malezas producen pérdidas importantes en el cultivo de alfalfa porque compiten por recursos tales como agua, luz, nutrientes y espacio. Esta incidencia se manifiesta en diversos grados según las condiciones ecológicas, las zonas, las especies, el período de su aparición y la densidad de las mismas, además afectan la calidad del forraje por la baja calidad de proteína cruda que aportan algunas especies de maleza

mezcladas con la alfalfa al momento del corte, por lo que se sugiere controlar la maleza inclusive desde el momento del establecimiento del alfalfar y mantener el cultivo vigoroso durante su proceso productivo (Castro et al., 2000).

Existen diferentes alternativas para contribuir a un normal desarrollo y crecimiento de la pastura de alfalfa, libre del accionar de las malezas, que le permitan expresar sus virtudes y responder a los objetivos planteados al tomar la decisión de sembrar esta leguminosa, para lograrlo pueden realizarse las siguientes prácticas: preparación adecuada del terreno, uso eficiente del agua de riego, realizar la cosecha en la etapa de madurez y altura de corte adecuadas, usar herbicidas en presiembra y el cultivo ya establecido.

Dentro de las condiciones que favorecen la presencia de maleza se encuentran (Espinoza y Ramos, 1997):

- a) Cuando un alfalfar esta en plena floración y no se fertiliza y riega adecuadamente.
- b) Cuando los cortes son muy irregulares en la etapa de madurez.
- c) Cuando la altura de corte es muy irregular, el cultivo se expone a una fuerte invasión de maleza. En ese momento es necesario realizar el control químico.

En las especies cultivadas perennes, como en el caso de la alfalfa, se pueden observar dos momentos definidos de la problemática malezas (cuadro 13): las que invaden durante la implantación (desde la germinación de la alfalfa hasta el comienzo del primer aprovechamiento) y las que afectan el cultivo establecido a partir del segundo año de vida.

Cuadro 13.- Malezas presentes en el cultivo de la alfalfa en la región lagunera.

Nombre común	Nombre científico
<b><i>Ciclo otoño-invierno</i></b>	
Mostacilla	<i>Sisymbrium irio L.</i>
Malva	<i>Malva parviflora L.</i>
Borraja	<i>Sonchus oleraceus L.</i>
Bolsa de pastor	<i>Capsella bursapastoris L.</i>
Oreja de raton	<i>Polygonum aviculare L.</i>
<b><i>Ciclo primavera-verano</i></b>	
Zacate pegarropa	<i>Setaria verticillata L.</i>
Zacate chino	<i>Cynodon dactylon L.</i>
Zacate pinto	<i>Echinochloa colona L.</i>
Zacate pata de gallo	<i>Eriochloa lemmonii</i>
Zacate johnson	<i>Sorghum halepense L.</i>
Zacate mota	<i>Chloris virgata</i>
Zacate liendrilla	<i>Leptochloa filiformis L.</i>
Zacate choneado	<i>Echinochloa cusgalli L.</i>
Trompillo	<i>Solanum elaeagnifolium</i>
Quelite	<i>Amaranthus palmeri</i>
Cúscuta	<i>Cuscuta spp.</i>
Retama	<i>Flaveria trinervia</i>
Oreja de ratón	<i>Polygonum aviculare L.</i>

(Castro, 2000.)

Algunos herbicidas que se pueden emplear para el control de maleza son: **Pivot, Poast Plus, Goal, Eptam (EPTC), Balam, Bucril y Butyrac.**

Para un exitoso control químico de malezas se deben analizar los siguientes factores: desarrollo del cultivo, especies que se encuentran presentes, nivel de implantación, condiciones ambientales y la calidad de la aplicación que se puede realizar.

Todos estos factores en conjunto determinan los productos químicos más aconsejados, como también sus respectivas dosis.

## ***XI.-CALIDAD DEL FORRAJE***

En los sistemas intensivos de producción, un factor clave del buen manejo es conocer la calidad del forraje (pasturas, reservas, etc.) que se suministra a los animales.

El crecimiento de la alfalfa tiene características particulares, conocerlas es de vital importancia para su correcta utilización, preservando la principal virtud del cultivo que es su "perennidad". Entonces, para hablar de una correcta utilización es necesario considerar los patrones de crecimiento que definen la cantidad y calidad del forraje producido (Fig. 18).



Fig. 18.- Yemas de corona, yemas axilares, tallos de corona y tallos axilares (Romero et al., 1995).

En alfalfas establecidas, el primer crecimiento se inicia a partir de las yemas ubicadas en la corona y, en crecimientos posteriores se suma el crecimiento de los tallos provenientes de las yemas axilares ubicadas en tallos remanentes.

La energía necesaria para iniciar el crecimiento proviene de las reservas acumuladas en las raíces y en menor proporción en la corona. Dichas reservas son compuestos de carbono (principalmente azúcares y almidón) denominados carbohidratos de reserva, ya que son elaborados, acumulados y usados por la planta para su mantenimiento y desarrollo futuro de la parte aérea y radical (Bariggi y Romero, 1980).

Conocer la evolución de los niveles de reservas en la raíz es indispensable para comprender la respuesta de la planta al manejo al que es sometida.

El proceso de extracción de reservas se inicia con el nuevo crecimiento, hasta que las nuevas hojas alcanzan a cubrir los requerimientos, lo que en general ocurre cuando los brotes tienen aproximadamente 15 a 20 cm. de altura o transcurrieron 12 a 15 días desde el corte (Romero et al., 1995).

A partir de ese momento, comienza la restitución de las reservas que son traslocadas hacia la raíz para ser almacenadas; los máximos contenidos se alcanzan cuando las plantas están en floración o cuando comienzan a aparecer los nuevos rebrotes.

Este proceso está regulado por las condiciones ambientales que acompañen al ciclo de crecimiento. Por ejemplo, la temperatura del aire influye sobre la actividad metabólica de las plantas; las altas temperaturas aumentan la actividad metabólica aumentando así la tasa de crecimiento y favoreciendo un mayor crecimiento de la parte aérea con respecto a las raíces; por lo contrario, las menores temperaturas de otoño-invierno reducen la actividad traduciéndose en menor crecimiento favoreciendo una mayor acumulación de reservas en las raíces.

### 11.1.- Variabilidad de la calidad.

La calidad disminuye a medida que avanza el estado de madurez; cuando la alfalfa está en pleno estado vegetativo presenta su mayor valor nutritivo, pero con un bajo volúmen de forraje. En plena floración la producción de MS es mayor, pero con mayores contenidos de fibra, lo que se traduce en una menor calidad (fig. 19).

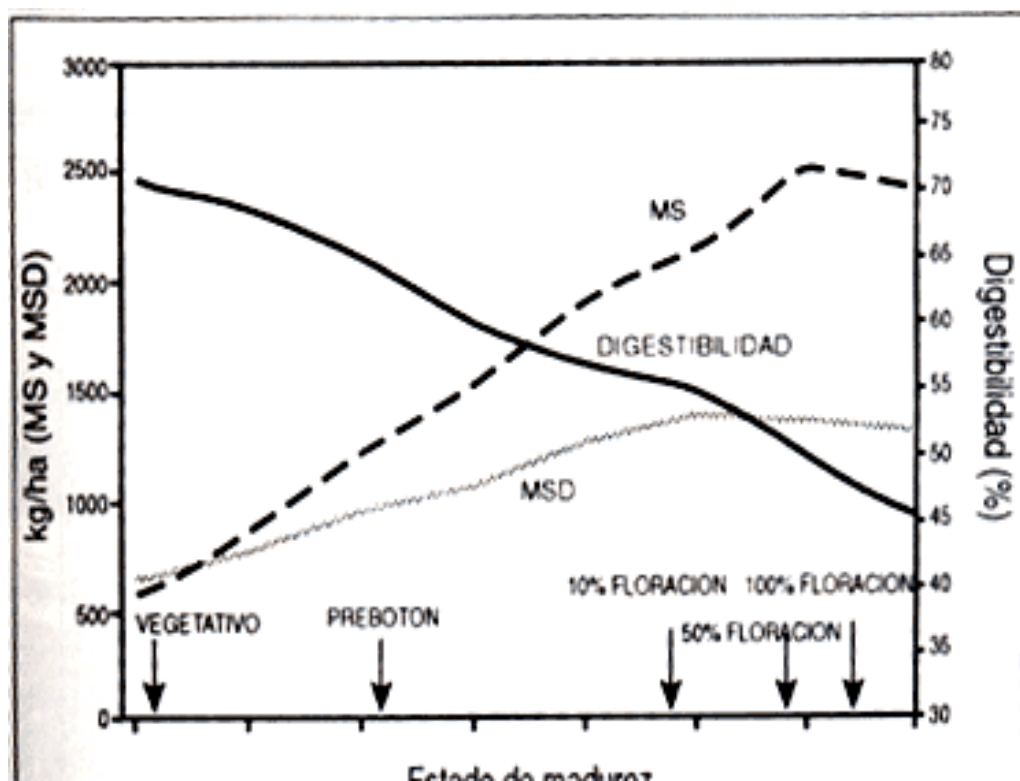


Fig. 19.- Rendimiento de materia seca y de materia seca digestible y porcentaje de digestibilidad de alfalfa en distintos estados de madurez en un ciclo de crecimiento primaveral (Wilken et al., sin fecha.)

A medida que se posterga el corte de la alfalfa hasta el estado de floración el rendimiento por hectárea aumenta linealmente debido principalmente al incremento en el peso de la fracción tallo (Fig. 19), pero esto va asociado a una disminución en la relación hoja/tallo y a cambios en la composición química que determinan un menor valor nutritivo.

A partir del estado de floración tardía el valor nutritivo sigue declinando, y el rendimiento también comienza a disminuir debido a la caída de las hojas basales. Por otro lado, cortes en estados muy inmaduros (vegetativo, prebotón floral) producen forraje de alta calidad, pero pueden comprometer la sobrevivencia del alfalfar por no permitir suficiente acumulación de reservas en las raíces.

El porcentaje de hojas en peso seco puede llegar al 70 % en estado de prebotón floral, y disminuir hasta un 30 % en estado de semillazón temprana. Esta disminución de la relación hoja/tallo con el avance de la madurez tiene un alto impacto sobre el valor nutritivo de la alfalfa, ya que las hojas son más digestibles y tienen un contenido de



proteína dos a tres veces mayor que los tallos, aún en estados inmaduros, y su calidad se deteriora mucho más lentamente con la madurez que la de los tallos.

Cuadro 14.- Parámetros de calidad de alfalfa según el estado fenológico (valores máx. y mín. promedio). INTA EEASE, ciclo 1999-2001.

Estado fenológico	%MS	H/T	%PB	%FDN
Sin flor (rebrote basal $\pm$ 5cm) y aparición de 1° flores	16-22	1.1	22.9 - 26.5	36.9 - 41
> 10% floración - floración completa	19-26	0.8-1	16.5 - 22	39 - 64.2

(Fuente: Cornacchione, 2001).

Con el avance del crecimiento disminuye la proporción de hojas (en peso) y aumenta la proporción de tallos. Las hojas contienen un mayor porcentaje de azúcares, proteínas, minerales y vitaminas que los tallos y un tenor más bajo de lignina y fibra. A su vez, las hojas constituyen la parte de la planta que sufre menos cambios en su composición química con el avance de la madurez. En consecuencia, mayor relación H/T significa mayor valor nutritivo (Cuadro 14). La relación H/T varía entre estaciones (Cuadro 15) y a su vez entre cortes dentro de una misma estación (Cuadro 16).

Cuadro15.- Parámetros de calidad de alfalfa por estación (valores promedio).

Estación	H/T	Hoja			Tallo		
		%PB	%FDA	%FDN	%PB	%FDA	%FDN
Primavera 99	1.1	31.6	20.2	26.9	12.8	47.5	58.7
Verano 99-00	0.9	30.2	16.1	30.5	11.9	47.1	64.8
Otoño 00	1.3	33.1	14.3	24.1	15.3	39.8	52.7
Invierno 00	2.6	34.5	13.3	22.2	19.1	29.7	43.6

(Fuente: INTA-UNSE, 2000.)

Cuadro 16.- Parámetros de calidad de alfalfa entre cortes (valores promedio). Ambos cortes se realizaron en el mismo estado fenológico: inicio de floración.

Fecha	H/T	PLANTA		HOJA		TALLO	
		% PB	% FDN	% PB	% FDN	% PB	% FDN
Nov-97	1.08	28.15	42	37.6	32.3	13.4	61.2
Dic-97	0.82	18.5	43	26.7	28.7	9.4	63.7

(Fuente: Cornacchione, 1998.)

### **11.2.- Momento adecuado para corte o pastoreo.**

Se debe cortar o pastorear cuando el cultivo permita obtener una cantidad importante de materia seca con alto valor nutritivo (cuadro 17). El criterio más usado para determinar el momento oportuno de uso es el estado fisiológico que se asocia con la aparición de flores o rebrotes de corona.

Cuadro 17.- Momento de corte de alfalfa para heno y su calidad.

Parámetros de calidad	% de floración		
	10	50	100
Proteína bruta (PB) (%)	15,8	10,7	9,2
Fibra detergente ácida (FDA) (%)	33,2	36,5	39,3
Digestibilidad (MS) (%)	70,7	67,0	58,0

(Rotz et al., sin fecha.)

De manera general la floración está estrechamente asociada con la acumulación de las reservas, pero tiene sus limitaciones: sólo sirve como indicador en determinadas épocas del año ya que está condicionada por el fotoperíodo y puede ser inducida por otros factores, como por ejemplo sequías estacionales.

En la época en que la alfalfa puede florecer (primavera a principios de otoño), el momento de corte o inicio de pastoreo debe determinarse guiándose por la floración. En el resto del año, el indicador del momento más adecuado de aprovechamiento es la aparición de los rebrotes de corona.

Cualquiera de estas manifestaciones indica que la planta de alfalfa ha logrado recuperar las reservas utilizadas en el nuevo crecimiento después del corte o pastoreo.

El tiempo (días) requerido para hacerlo es irregular, ya que depende de las condiciones ambientales imperantes. La utilización en momentos inadecuados trae consigo algunas desventajas:

Un aprovechamiento demasiado temprano provoca debilitamiento de las plantas, rebrote posterior más lento y con respecto a los animales mayores riesgos de meteorismo. En cambio, un aprovechamiento tardío significa mayor producción de forraje, pero de menor calidad, provocando un atraso del corte o pastoreo posterior.

Entonces, la combinación de estos dos indicadores (floración y rebrotes de corona) permiten tomar las decisiones más adecuadas acerca del momento de uso, favoreciendo el balance entre cantidad y calidad del forraje producido (Cuadro 18).

Cuadro 18: Categorización del heno de alfalfa en base a su valor nutritivo.

<b>Categoría</b>	<b>Madurez</b>	<b>VN</b>	<b>FDA</b>	<b>FDN</b>
Súper	Prebotón floral	>151	<31	<40
1 <sup>a</sup>	Botón floral	151-125	31-35	40-46
2 <sup>a</sup>	10 % floración	124-103	36-40	47-53
3 <sup>a</sup>	50 % floración	102-87	41-42	54-60
4 <sup>a</sup>	100 % floración	86-75	43-45	61-65
5 <sup>a</sup>	Principio de semillas	<75	>45	>65
VN: valor nutritivo FDA: fibra detergente ácida, FDN: fibra detergente neutra.				

(Fuente: Undersander et al., sin fecha.)

Con fines prácticos, se recomienda cortar o pastorear cuando en el cultivo aparecen las primeras flores, esto es cuando se tiene un 10% de floración, o con una altura promedio del rebrote basal menor de 5 cm.

### **11.3.- Utilización mediante pastoreo.**

La recuperación de la alfalfa luego del pastoreo difiere de lo que sucede luego de una cosecha mecánica, ya que en esta última la disminución del área foliar es instantánea, lo que sólo se asemejaría a una situación con un manejo de pastoreo muy intenso.

El pastoreo con respecto al corte produce un menor impacto de la defoliación pero incorpora algunos efectos que pueden perjudicar la producción y la persistencia de la

pastura, tales como la compactación del suelo por el pisoteo animal y la defoliación selectiva (Bariggi y Romero, 1980).

Numerosas experiencias han demostrado que el pastoreo continuo no es recomendable para la utilización de la alfalfa porque no respeta los ciclos de crecimiento, causando un debilitamiento general de la plantas por la defoliación frecuente y reiterada. Con este manejo se produce una disminución del número de plantas de manera prematura y, en consecuencia, se reduce la producción y la persistencia del cultivo.

Por lo contrario, cuando la alfalfa es manejada bajo pastoreo rotativo respetando los ciclos de crecimiento, produce más, pudiendo además controlarse la calidad del forraje a consumir y la altura de defoliación. Sin embargo, la magnitud de las respuestas dependerá de la carga animal, de la intensidad y frecuencia de defoliación y del cultivar utilizado.

La alfalfa es una especie que tolera pastoreos intensos pero poco frecuentes. El período de descanso entre dos pastoreos sucesivos para su recuperación es variable de acuerdo a la estación de crecimiento, desde 3 semanas a fines de primavera (con condiciones de humedad óptimas) hasta 50-60 días en inviernos rigurosos (Ustarroz, 1996).

Sin embargo, no debe aplicarse un esquema rígido ya que las condiciones estarán determinadas por la producción de la pastura y el uso de una carga animal adecuada.

Durante la permanencia de los animales en una parcela, la ganancia de peso no es constante. A medida que avanzan los días de pastoreo los animales cosechan cada vez mayor proporción de tallos (que predominan en la parte inferior de las plantas), lo cual condiciona la respuesta animal, ya que la digestibilidad y el tenor proteico disminuyen desde la parte superior de la pastura hacia la base, siendo este efecto más notable en el tallo (Cuadro 19).

Cuadro 19.- Digestibilidad y Proteína bruta en alfalfa por estratos.

Estratos	Hoja verde		Tallo verde	
	% Dig.	%PB	% Dig.	%PB
+ de 30 cm	70	28.5	70	16
20 a 30	70.7	28.5	62.5	13
10 a 20	67	30	55.5	11
0 a 20	67	31	48	10

( Ustarroz, 1996.)

Los inconvenientes que limitan el pastoreo de la alfalfa son los daños del animal a la planta (reducen su producción y persistencia) además de los trastornos digestivos sobre el animal.

#### **11.4.- Como medir la calidad de los henos.**

Existen diferentes métodos para evaluar el valor nutritivo de los henos, los comúnmente utilizados en alfalfa son (Bernard y Romero 2004):

**a) Evaluación organoléptica.**

Es la evaluación hecha a través de los sentidos de la vista, olfato y tacto. Si bien este método es válido como una primera apreciación, no brinda adecuada información acerca del potencial nutritivo del forraje, y debe ser complementado con otros parámetros menos subjetivos. Los más utilizadas son (Bernard y Romero, 2004):

**-Madurez o estado fenológico:** si bien es difícil de estimar en forraje ya empacado (paca o rollo), la presencia de botones florales, flores y frutos en el heno da una idea del estado de madurez al que fue cortado el cultivo.

**-Foliosidad:** la estimación de la proporción de hojas en el heno es un buen indicador, ya que las hojas son la porción de mayor calidad, y contienen aproximadamente el 70 % de la proteína, el 90 % del caroteno y más del 65 % de la energía digestible presente en la planta de alfalfa.

**-Materiales extraños:** estima el grado de contaminación con malezas, rastrojos de alfalfa y de otros cultivos, rocas, tierra, y otros materiales con poco o ningún valor como alimento.

**-Olor y presencia de hongos:** un buen heno de alfalfa no presentara olores desagradables (producto de fermentaciones indeseables) ni desarrollo fúngico. Estos parámetros, junto con el color, están estrechamente relacionados con la humedad con

la que se empaco y la temperatura alcanzada durante el almacenamiento. Calentamientos por encima de 50° C, provocados por empacado con excesiva humedad, producen altas pérdidas en calidad y cantidad.

**-Color:** un color verde brillante es un indicador de que el heno fue secado rápida y adecuadamente, sin daño por lluvias o por exceso de temperatura. El color amarillo indica un exceso de exposición al sol durante el secado, mientras que capas blanquecinas intercaladas con heno verde indican desarrollo fúngico por haber empacado con exceso de rocío. Henos que alcanzaron temperaturas de 55° C muestran un color marrón acaramelado, mientras que si la temperatura sobrepasó los 60° C se verá color marrón oscuro a negro. El color es un parámetro indicativo de calidad, pero no puede ser considerado confiable para estimar la digestibilidad del heno.

#### ***b) Evaluación mediante espectroscopia en infrarrojo.***

Este método computarizado (conocido como NIRS, por sus siglas en inglés) permite estimar rápidamente, sin destruir la muestra, el contenido de PB, FDN, FDA, DMS, lignina, carbohidratos solubles y otros compuestos orgánicos del forraje, utilizando radiación electromagnética de infrarrojo cercano en lugar de reacciones químicas.

Se basa en el hecho de que cada uno de 108 componentes orgánicos de una muestra presenta patrones diferentes de absorción, reflexión y transmisión de las distintas longitudes de onda de la luz infrarroja.

La muestra es irradiada y la información producida es registrada por el sistema NIRS y transmitida a una computadora, la cual es comparada con la información



espectral proveniente de muestras previamente analizadas por los métodos convencionales de laboratorio (Bobadilla, 2003).

Este método no es utilizado en México debido a la falta de laboratorios en el país que cuenten con este programa o método NIRS.

**c) *Análisis de laboratorio.***

Los métodos de laboratorio se basan en reacciones químicas y procesos de secado e incinerado que permiten estimar el contenido de los componentes químicos del forraje. Esta es la forma menos subjetiva y más uniforme para describir su calidad.

La primera etapa para el análisis del forraje es la obtención de una muestra representativa. En primer lugar, se deberá precisar de qué lote se extraerán las muestras. Es importante separar aquellos lotes que hayan sufrido los efectos de las lluvias o por ejemplo algún tratamiento de fertilización, etc.

Se muestreará al azar el 10 o 15 % del lote, extrayendo de cada uno de ellos una submuestra. El material extraído se mezclará en forma homogénea. Y de este material se tomarán 300 a 500 grs. como mínimo, que se colocarán en una bolsa plástica.

Es importante identificar muy bien la muestra, con una etiqueta interna y escrita con lápiz y enviarla rápidamente al laboratorio para el posterior análisis de calidad.

La etiqueta debe contener la siguiente información:

- Fecha de corte.
- Especies.

- Fecha de siembra.
- Superficie cortada.
- Altura.
- Estado fenológico.
- Establecimiento.
- Localidad de procedencia.

(Fuente: INTA Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina, 2002.)

Los parámetros más utilizados desde el punto de vista práctico son (Bobadilla et al., 2003):

PROTEINA BRUTA (%PB): se determina midiendo el total de nitrógeno multiplicado por un factor (6.25), coeficiente que deriva del contenido de N promedio en las proteínas, dicha proteína se denomina "Bruta" porque se calcula no sólo el nitrógeno presente en la proteína sino también lo que se encuentra como nitrógeno no proteico.

FIBRA DETERGENTE NEUTRO (%FDN): representa la cantidad total de fibra o pared celular del forraje, necesaria para el funcionamiento normal del rumen. Su composición general es de celulosa, hemicelulosa y lignina, siendo aprovechada parcialmente por el animal. Si el forraje tiene un nivel alto de FDN da una idea de baja energía en la dieta, como también, reducido consumo potencial, razón por la cual se deberá siempre incluir en la dieta forrajes con bajos contenidos de FDN aclarando ante todo que existe un requerimiento mínimo de fibra que se debe incluir en alimentación de rumiantes.

FIBRA DETERGENTE ÁCIDO (%FDA): Es la porción de la fibra total que no puede ser digerida debido a la presencia de sílice y lignina, elementos comunes formadores de la pared celular de los tejidos vegetales. La FDA es clave para predecir la energía digestible, y por lo tanto, la digestibilidad de un forraje. Es decir que si tenemos un valor bajo de FDA, tendremos una mayor tasa de digestibilidad de dicho forraje.

DIGESTIBILIDAD: indica qué proporción del forraje puede ser aprovechado; esta íntimamente relacionada con los contenidos de proteína y fibra.

Menos frecuentes pero sin dejar de ser importantes son los análisis referidos a los contenidos de minerales. La alfalfa es una excelente fuente de calcio (Ca), fósforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg).

Estos parámetros son estimados en porcentaje en base a materia seca (%MS).

### ***11.5.- Equipo para el muestreo de rollos y pacas.***

El equipo para realizar el muestreo del forraje henificado es el siguiente:

- Un taladro (semejante al utilizado para agujerar postes de alambrados).
- Calador, tubo de acero de dos pulgadas de diámetro por 80 a 90 cm. de largo con un extremo aserrado y bien afilado.
- Palo tipo “escoba”, para extraer la muestra del interior del calador.
- Bolsa de plástico, para guardar la muestra.
- Etiquetas para identificar la muestra.
- Elemento de escritura (lápiz, de preferencia color negro).

(Fuente: [www.inta.gov.ar/valleinferior/info/documentos/aimal/rollos.pdf](http://www.inta.gov.ar/valleinferior/info/documentos/aimal/rollos.pdf))

Se recomienda utilizar el método de análisis de laboratorio para estimar la calidad del heno de alfalfa y es importante realizar un examen visual previo observando: el color, la existencia de materiales extraños (hilo, alambres, tierra, malezas, etc), el olor, etc. esta información permitirá integrar los resultados y enriquecer las conclusiones finales sobre la calidad.

#### **11.6.- Recomendaciones para mantener la calidad.**

- Elegir el momento de corte óptimo.
- Partir de un forraje de buena sanidad y libre de malezas.
- Realizar el corte con herramientas adecuadas, bien reguladas y elementos de corte bien afilados.
- Reducir al mínimo el tiempo de exposición del forraje en el campo.
- Empacar con una humedad aproximada del 15%.
- Almacenar en lugar adecuado.
- Categorizar los lotes según su calidad.
- Realizar los análisis de calidad correspondientes.

(Fuente: [www.produccionbovina.com.](http://www.produccionbovina.com.))

## **XII.- USO Y FORMAS EN QUE SE UTILIZA LA ALFALFA**

El cortar el forraje fresco en un estado de madures apropiado y alimentando al ganado en ese momento, es en esta forma como se ofrece la mas alta calidad y

palatividad del forraje, sin embargo las fluctuaciones estacionales en la época de desarrollo y cosecha de las plantas hacen necesario algún proceso de conservación del forraje para épocas en que este no se produce o no puede cosecharse en forma como se quisiera. Este proceso de conservación implica que se tengan algunas pérdidas del forraje durante la cosecha y el almacenamiento.

La alfalfa es la que tiene mayor valor nutritivo de todas las cosechas que se utilizan comúnmente para heno. La alfalfa produce una cantidad doble, de proteína digestible que el trébol. También es muy rica en minerales y contiene 10 vitaminas diferentes por lo menos. Es una fuente importante de vitamina A. Estas características hacen que el heno de alfalfa sea un componente valioso de las raciones para la mayor parte de los animales domésticos.

Constituye en la actualidad el forraje más importante para la industria lechera del altiplano central y norte del país. Por su calidad forrajera la demanda de alfalfa se ha incrementado, usándose principalmente para la alimentación de ganado bovino lechero y en la elaboración de alimentos balanceados para otros animales.

### ***12.1.- Utilizada en Verde.***

Se trata de elementos acuosos que contienen del 70 al 90 por ciento de agua, exceptuando los desecados; y ofrece efectos laxantes sobre la función digestiva (Escamilla, 1986).

El forraje verde es muy apetecido por los animales y en forma de raciones nutritivas digeribles que contienen minerales y proteínas. Su uso permite abaratar los costos. Puede utilizarse también en pastoreo.

La alfalfa en verde constituye una excelente forma de utilización por su buena calidad e ingestibilidad, pero conlleva gastos importantes tanto en mecanización como en mano de obra.

Al contrario sucede con el pastoreo directo, pues constituye la forma más económica de aprovechamiento de una pradera, junto al pastoreo rotacional. Su uso se restringe por los problemas de meteorismo que se presentan en los animales.

### **12.2.- Ensilado.**

Es un método de conservación de forrajes verdes, deteniendo su secado, protegiéndolos de la acción del agua y del aire, provocando la acción de un conservador (fermentación parcial, principalmente del ácido láctico) siendo muy adecuado en regiones húmedas, cuya principal ventaja es la reducción de pérdidas tanto en siega como en almacenamiento.

En este proceso de conservación, la fermentación es controlada por la formación de ácidos orgánicos producidos por las bacterias anaeróbicas que actúan sobre los carbohidratos solubles del forraje fresco o directamente por la adición de ácidos o preservativos (Alvarado et al., 1974).

El heno es el método mas ampliamente usado en la conservación de la alfalfa, pero si se compara con el ensilaje se observan algunas ventajas del silo contra el heno.

- 1.-Menor tiempo de exposición al medio ambiente, por durar menos tirada en el campo.
- 2.-Menos pérdidas de materia seca en el campo.
- 3.-Mas nutrientes conservados en el alimento.
- 4.-Bajo costo en mano de obra por su completa mecanización en cosecha y alimentación.
- 5.-Una mayor consistencia en la calidad, y mayor disponibilidad sin importar el clima.
- 6.-Permite tener el campo limpio en menor tiempo y eso ayuda a poder regar mas oportunamente incrementando así la producción anual de forraje.

Estas son algunas de las ventajas más importantes, pero para lograr una buena calidad se deben considerar algunos otros puntos como:

El estado de madurez a la cosecha; este es igual si se quiere para heno o para silo. 5 a 10% de floración y una altura de rebrote basal menor de 5cm. Se calcula que del inicio de la floración a 10% de floración la alfalfa tarda de 5 a 6 días (puede variar con el clima y la época del año). Cada día de retraso en la cosecha después de este punto resulta en .5% menos de proteína cruda y un incremento de .7 % en ADF y .9% en NDF (Santana, 1999).

En años recientes el uso de aditivos ha tomado importancia, buscando eficientar la fermentación, como la estabilidad de los ensilados, entre los aditivos más utilizados están:

- A) Inoculantes bacteriales.
- B) Ácidos orgánicos
- C) Fuentes de nitrógeno no proteico y enzimas.

Los inoculantes bacteriales son los más usados, estos han mejorado la fermentación y el comportamiento del animal en ensilajes de cereales y silos de alfalfa (Kung et al., 1993).

Para conseguir un ensilado de calidad, el forraje debe contener un elevado porcentaje en materia seca (30-40%), debiendo estar bien troceado para conseguir un buen apisonamiento en el silo.

El forraje bien ensilado puede usarse a partir de un mes de elaborado, y hasta después de 5 o más años de haberse almacenado, con la confianza de que tal alimento no causara ningún trastorno al ganado (López et al., 1998)

### **12.3.- Henificado.**

El sistema más común para conservar la alfalfa es el heno (Fig.20), obteniéndose un producto nutritivo y apetitoso. El uso de la alfalfa como heno es característico de regiones con elevadas horas de radiación solar, escasas precipitaciones y elevadas temperaturas durante el periodo productivo.



El proceso de henificado implica cambios físicos, químicos y microbiológicos que producen alteraciones en la digestibilidad de la materia orgánica del forraje respecto al forraje verde. El henificado reduce la cantidad de agua de un 15 a 20%, en su masa se desprende un aroma característico que se debe a la fermentación. El heno de alfalfa curado al sol es una buena fuente de vitamina D (Flores, 1989).



Fig.20.- Paca de alfalfa henificada.

El proceso de henificado se debe realizar cuando las plantas comienzan a florecer y las yemas se encuentran en vías de formarse, en esta fase temprana de su desarrollo son más altas en proteína, carbohidratos digestibles, minerales, caroteno y la cantidad de celulosa se encuentra mas reducida que aquellos que son cortados en fases mas maduras; así como durante un tiempo seco y que el forraje no se encuentre impregnado de humedad.

Su contenido cálcico es muy rico, pero se equilibra mal con el fósforo (6-7:1), se encuentra bien provisto en valor absoluto de la gama entera de vitaminas hidrosolubles y liposolubles.

El proceso de henificado debe conservar el mayor número de hojas posible, pues la pérdida de las mismas supone una disminución en calidad, ya que las hojas son las partes más digestibles y como consecuencia se reduce el valor nutritivo (Bobadilla, 2003).

El periodo de secado depende de la duración de las condiciones climáticas (temperatura, humedad relativa), de la relación hoja-tallo(es mas lento a mayor proporción de tallos) y del rendimiento (el incremento del rendimiento por hectárea aumenta la cantidad de agua a evaporar).

El empacado del heno con contenidos de humedad más altos que el óptimo 15-18% minimiza las perdidas de las hojas por el manipuleo mecánico y reduce el riesgo del daño por lluvia, por el periodo mas corto de marchitamiento y secado. Sin embargo, empacando a niveles de humedad mayores de 20% se incrementan las perdidas por almacenamiento por calor excesivo y por enmohecimiento del heno (Romero et al., 2004).

Los dos factores más importantes que contribuyen a las pérdidas mecánicas de los forrajes en el campo son el de humedad y el tipo de empacadora. Las pérdidas causadas por las empacadoras convencionales, rectangulares y pequeñas, varían de 3 a 8%, mientras que las pérdidas en empacadoras de rollos grandes pueden ser hasta de 15% (Romero et al., 2004).

Otra forma de conservar el forraje es la del heno empaquetado o "silopack". Consiste en la confección de rollos de forraje con alta humedad (40-60 %), que luego son envueltos individualmente en film plástico por máquinas empaquetadoras (Fig. 20) para permitir la fermentación anaeróbica.



Fig.21.- Máquina empaquetadora para confección de "silopack"

(Fuente: E.E.A INTA Rafaela, sin fecha.)

En este caso, a las ventajas del ensilaje tradicional, con sistema de almacenado en silos tipo trinchera, deben sumarse las emergentes de poder hacer un uso más efectivo de la maquinaria para confección de rollos, la posibilidad de cortar y conservar superficies reducidas del cultivo, y la facilidad de suministro.

Las pérdidas en cantidad y calidad son menores que en el caso de rollos de heno.

#### **12.4.- Pellets de alfalfa.**

El pellet de alfalfa deshidratada (o secada al sol) es un alimento rico en proteínas de calidad, calcio y caroteno pero aporta menos celulosa. Se trata de un forraje cosechado en la etapa óptima de desarrollo, deshidratado, molido en partículas de unos 2 mm. y

luego condensado en granulados de 6 a 9 mm. de diámetro, preservando asimismo lo esencial del valor alimenticio (cuadro 20) y manteniéndolo constante (Honorato, 2003).

Los pellets de alfalfa (Fig.22) se utilizan para la alimentación de ovinos, porcinos, caprinos, conejos y aves.

Cuadro 20.- Análisis tipo de pellets de alfalfa.

Proteína	18.50 % mín.
Humedad	10 % máx.
Fibra	25 % máx.
Calcio	1.5 %
Lisina	0.94 %



Fig.22.- Pellets de alfalfa.

(Fuente: Erika Nieto, Equinos, sin fecha.)

El acondicionamiento en pellets facilita el almacenamiento y la distribución, elimina los accidentes debido a polvo o enmohecimiento del forraje.

Los contenidos en carotenos pueden variar en función del almacenamiento del producto.

### **12.5.-Cubos de alfalfa.**

La alfalfa es cortada parcialmente secada y comprimida mecánicamente en cubos de 3,2 x 3,2 cm. con un largo promedio de 6 cm., luego se comercializa a granel, o se embolsa en 40 Kg.

Debido a su naturaleza compacta, los cubos se transportan con mayor comodidad y requieren menos lugar de almacenamiento, se elimina el uso de alambre, con los riesgos que este provoca, las pérdidas de hojas en relación a la paca son menores por ser más compactos (Fig. 23).

Cuadro 21.- Análisis químico tipo de cubos de alfalfa.

Humedad	12%
Proteína cruda	18%
Fibra cruda	30%
Energía digestible	2.27Mcal/kgMS
Energía metabolizable	2.27Mcal/kgMS
Calcio	1.5%
Fósforo	0.24%

(Fuente: Equidiet, Nutrición Equina, sin fecha.)



Fig. 23.- Cubos de alfalfa.

Debido al alto grado de compresión, los cubos se encuentran menos expuestos a la degradación a través del tiempo (más de 1 año de almacenamiento). Tienen un alto valor nutricional (cuadro 21) gracias a un alto contenido de proteína y una digestibilidad elevada ya que se produce con alfalfa de alto rendimiento foliar y cortada en su estado óptimo con respecto a calidad (Vélez, 2005).

### **12.6.- Harina de alfalfa.**

Es el producto que se obtiene del molido de la alfalfa y conserva todas sus propiedades. Se puede obtener de la alfalfa henificada o de alfalfa verde. Cuando se

obtiene el forraje verde, da lugar a la harina de alfalfa deshidratada, y cuando es obtenida del forraje de alfalfa previamente cortado y secado a sol, es obtenida la harina de alfalfa.

La harina de alfalfa deshidratada suele contener doble cantidad de caroteno (cuadro 22) que los productos similares fabricados con heno secado en el campo, son también algo más ricos en riboflavina y tienen carencia de vitamina D, al contrario la harina de alfalfa de forraje secado en el campo que es mayor su contenido de vitamina D (Flores, 1989).

Cuadro 22.-Análisis tipo de las alfalfas deshidratadas.

Proteína	18% s.m.s.
Fibra	28% t/q
Humedad	14% max
Provitamina A o $\beta$ caroteno	80-100 mg/kg
Calcio	2,3%
Fósforo	0,28%
Sodio	0,08%
Potasio	2,10%
Cloro	0,46%
Magnesio	0,30%

(Fuente: [www.nafosa.net](http://www.nafosa.net))

La harina de alfalfa deshidratada, se obtiene picando el forraje verde en el campo en fragmentos pequeños y la misma máquina los introduce a un cilindro de acero

especial que gira en un mismo sentido, el aire se encarga de efectuar la deshidratación, dejándola con una humedad de 4 por ciento (Flores, 1989).

Un rápido secado artificial permite un porcentaje mínimo de pérdidas de orden cualitativo y cuantitativo, que se presentan durante el desecado natural de la alfalfa. La deshidratación resulta interesante igualmente sobre el plano comercial, resultan relativamente bajos (Piccioni, 1970).

## ANEXOS

Cuadro A1.-Contenido de aminoácidos en por ciento de proteína bruta de la parte aérea de la alfalfa

Aminoácidos	%
Arg.	4.5
Cis.	1.1
Gli.	4.5
His.	1.8
Isl.	3.9
Leu.	6.6
Lis.	4.3
Met.	0.9
Fen.	4.1
Tre.	4.0
Tri.	1.5
Tir.	3.3
Val.	5.1

(FAO, 2005.)

Cuadro A2.-Principales minerales presentes en la alfalfa.

Mineral	Promedio Tablas NRC (1988)	Promedio Región Lagunera
Calcio %	1.54	1.57
Fósforo %	0.29	0.21
Potasio %	2.56	3.71
Magnesio %	0.24	0.24
Cobre mg/Kg	11.0	9.41
Zinc mg/Kg	25.0	25.6

(Núñez, 2000.)



Cuadro A3.- Digestibilidad (%) de la alfalfa en ovinos.

	<b>PB</b>	<b>FB</b>	<b>EE</b>	<b>ELN</b>	<b>EM</b>
Fresca de 1 año	85.9	68.4	59.6	80.7	2.65
Fresca de 2 años	87.4	79.5	55.6	76.7	2.68
Fresca de 3 años	88.1	70.8	33.9	80.5	2.66
Fresca prefloración	89.0	45.0	50.0	76.0	2.47
Fresca principio floración	79.0	49.0	38.0	78.0	2.36
Fresca mitad de floración	69.0	45.0	50.0	61.0	2.01
Harina de hojas	79.4	59.9	0.0	77.7	2.27
Heno prefloración	75.9	50.6	29.6	71.4	2.19
Heno principio de floración	74.1	51.0	25.4	68.1	2.12
Heno mitad de la floración	74.2	51.0	21.0	68.7	2.10

(FAO, 2005).

Cuadro A4.- Composición nutritiva del heno de alfalfa cortada en diferentes estados fenológicos.

<b>Estado Fenológico</b>	<b>PB</b>	<b>Lig.</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>TND</b>
	<b>% sobre MS</b>						
Veg. tardío	23	5	1,8	0,26	0,35	2,21	66
Botón floral	20	7	1,5	0,24	0,29	2,56	63
Flor temprana	18	8	1,4	0,33	0,22	2,52	60
Flor media	17	9	1,4	0,31	0,24	1,71	58
Flor tardía	15	10	1,2	0,31	0,22	1,53	55

PB: proteína bruta, Lig.: lignina, Ca: calcio, Mg: magnesio, P: fósforo, K: potasio, TND: total de nutrientes digestibles.

(Holland y Kezar , sin fecha.)

Cuadro A5.- Pérdidas de materia seca y cambios en la concentración de nutrientes durante la producción de heno y ensilaje de alfalfa.

Causa de pérdida		Pérdida de MS		Cambios en la Conc. de Nutrientes (% de MS)		
		Rango	Normal	PB	FDN	TDN
<b>Respiración</b>		1-7	4	0,9	1,7	-1,7
Lluvias	5 mm	3-7	5	-4,0	1,4	-1,5
	25 mm	7-27	17	-1,7	6,0	-7,0
	50 mm	12-50	31	-3,5	14,0	-14,2
Corte y acondicionado		1-4	2	-0,7	1,2	-1,4
Aireado andanas		2-8	3	-0,5	0,9	-1,2
Volteo andanas		1-3	1	0	0	0
Rastrillado		1-20	5	-0,5	1,0	-1,2
Recolección	Fardo	2-6	4	-0,9	1,5	-1,9
	Rollo	3-9	6	-1,7	3,1	-3,8
Picado (silaje)		1-8	3	0	0	0
Almacenamiento de Heno	Intemperie	6-30	15	0	5,0	-7,0
	Bajo techo	3-9	5	-0,7	2,2	-2,1
Silo	Hermético	6-14	8	1,4	0,7	-3,7
	Vertical	7-17	10	1,8	1,7	-4,7
	Trinchera	10-16	12	2,3	2,7	-5,6
MS: Materia Seca, PB: proteína bruta, FDN: fibra detergente neutra, TND: Total de nutrientes digestibles.						

(Rotz y Muck, sin fecha.)

Cuadro A6.- Calidad de henos de distintas especies.

Especie	Estado	PB (%)	FDN (%)	DIVMS (%)
Avena	Grano lechoso	15	59	63
Moha	Pre-panoja	10	71	62
Sorgo forrajero	Pasto	8	60	53
Alfalfa	10 % floración	20	45	67
Pastura	-----	20	65	60
Trébol rojo	Princ. floración	22	48	67

(Fuente E.E.A- INTA Rafaela)

Cuadro A7.- Pérdidas (%) de MS durante el rastrillado de alfalfa.

Contenido de humedad %	Densidad de la andana		
	Baja	Media	Alta
	----- % de pérdidas -----		
50	8	4	1
30	15	8	2
15	32	14	4

Cuadro A8.- clasificación de los rollos en función de la calidad para su almacenaje.

ESPECIE	Estado al corte	Condiciones durante secado	Calidad			
			MB	B	R	M
Leguminosas (1)	Pre o inicio de floración	Buenas	X			
		Malas			X	
	50 % de floración	Buenas		X		
		Malas				X
Gramíneas (2)	Vegetativo o inicio reproductivo	Buenas		X		
		Malas			X	
	Inicio de formación de grano o más	Buenas			X	
		Malas				X
MB= muy buena, B= buena, R= regular y M= mala (1) incluye alfalfa y trébol rojo. (2) incluye moha, mijo, avena. (Fuente: E.E.A INTA Rafaela.)						

Cuadro A9.- La alfalfa comparada con otros productos utilizados en raciones.

	<b>Proteína %s.m.s.</b>	<b>Fibra Bruta %</b>	<b>Energía digestible Mcal/kg</b>	<b>βcaroteno mg/kg</b>	<b>F.A.D. %</b>	<b>Lisina %</b>	<b>Calcio %</b>
Alfalfa en paquete	18-20	25	2,65	100	32,5	0,85	1,4
Alfalfa granulo	17	26	2,62	160	31,5	0,85	1,4
Alfalfa en cubos	17	28	2,45	80	36	0,81	1,4
Heno de hierba	8,1	30	2,39	25	32	-	0,43
Cebada	11,5	5,1	3,24	2	6,3	0,38	0,08
Maíz	8,9	2,6	3,55	3	3	0,26	0,02
Harina de soja	44	7,3	3,58	3	9	2,84	0,25
Silo de maíz	7,2	21,6	2,78	16	27,9	0,43	0,24
Pulpa de remolacha	8,8	17,5	2,93	0	30,6	0,60	0,63

Cuadro A10.- Calidad forrajera promedio de diversas especies, base seca, evaluadas en parcelas de productor Ciclos O-I 2001-2002 Al 2003-2004 y P-V2002-2004.

<b>FORRAJE</b>	<b>VARIEDAD</b>	<b>ETAPA</b>	<b>% PROTEINA CRUDA</b>	<b>% FAD</b>	<b>E.N.L.</b>	<b>% TOTAL NUTRIENTES DIGERIBLES</b>	<b>% MATERIA SECA DIGERIBLE</b>	<b>VALOR RELATIVO DEL FORRAJE</b>	<b>% Calcio</b>	<b>% Fósforo</b>
Maíz	32R21	Grano Masa- leche	12.47	34.18	1.5	65.7	62.2	94.01	.276	.240
Sorgo Forrajero	Engorda Mil K	Floración	14.78	34.12	1.5	65.7	62.2	87.5	.251	.345
Pasto Sudán	Kikapoo	Grano lechoso	10.02	43.3	1.43	63	55.1	74.88	.159	.230
Avena	Chihuahua	Floración	16.92	32.27	1.35	59.7	63.7	104.98	.417	.399
Triticale	Eronga	Embuche	14.93	25.25	1.56	68.5	69.2	143.37	.279	.357
Cebada	C-12	Embuche	17.51	28.63	1.54	67.4	66.6	123.16	.286	.439
Centeno	Winter	1er. corte	27.86	21.7	1.59	69.6	72	183.84	.443	.529
Alfalfa	San miguelito	2o. Año Corte	23.93	26.12	1.62	70.73	68.5	176.94	1.854	.354
Ebo	Común	Floración	27.04	23.78	1.68	73.2	70.4	214.29	.678	.485
Ebo + Avena	Común + Chihuahua	Ambas floraciones	27.78	31.37	1.52	66.6	64.5	131.24	1.169	.502
Triticale + avena	Eronga + Chihuahua	Embuche del triticale	18.05	30.48	1.53	66.9	65.1	115.76	.427	.450
Ryegrass Anual	Hercules	2o. Corte	21.64	23.32	1.58	69.3	69.2	N.D.	.440	.530
Pasta	N.D.	Después	4.50	47.23	1.31	58.3	52.1	75	0.295	.173

De sorgo		de cosecha								
-------------	--	---------------	--	--	--	--	--	--	--	--

(Fuente: Secretaria de Desarrollo Agropecuario, 2004.)

#### LITERATURA CITADA.

-Arias, Castillo, H. 1990. Evaluación Agronómica de 10 Variedades de Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Bajo Riego en la Región de Celaya, Gto. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México. Tesis de Licenciatura.

-Bejar, Hinojosa, M. 1997. Rendimiento y calidad de semilla de alfalfa (*Medicago sativa* L.) bajo diferentes niveles de fertilización y densidades de siembra. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. Tesis de Maestría.

-Brauer, O., H. 1981. Fitogenética Aplicada. Los Conocimientos de la Herencia Vegetal al Servicio de la Humanidad. Editorial Limusa. México.

-Bendixen, E., W. 1991. The alfalfa production in the coastal areas of California 2 Its California. Alfalfa Symposium. University of California, Sacramento California, USA.

-Cantú, B., J. 1985. Apuntes de Cultivos Forrajeros. 1ª Edición. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, México.

-Castro, M. E., Ávila, T. S. y Gutiérrez C. 2000. Producción y Utilización de la alfalfa en la Zona norte de México. Maleza de la alfalfa. Libro técnico No. 2 (INIFAP). Campo Experimental La Laguna (CELALA), Torreón, México.

-Chew, M. Li., Samaniego G. J.A., Jiménez D., F. 2002. Control Biológico del Hongo *Rhizoctonia solani* que Afecta a la Alfalfa en su Establecimiento. Instituto Nacional de Investigadores Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Ficha tecnológica 2002 por sistema producto. Campo Experimental La Laguna (CELALA), Torreón, México.

-Chew, M. Ll., Jiménez D. F. y Samaniego G. J.A. 2000. Producción y Utilización de la Alfalfa en la Zona Norte de México. Enfermedades de la Alfalfa. Libro Técnico No. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pesqueras (INIFAP), Centro de Investigación Regional Norte Centro (CIRNOC), Campo Experimental La Laguna (CELALA). Torreón, México.

-Cepeda, Siller M. 1996. Nematología Agrícola. Editorial. Trillas México.

-Del Pozo, Ibáñez, M. 1977. La Alfalfa su Cultivo y Aprovechamiento 2ª Edición Madrid Mundi. Prensa. Madrid España.

-Del Pozo, Ibáñez, M. 1983. La alfalfa su cultivo y aprovechamiento 3ª Edición Madrid Mundi. Prensa. Madrid España.

-Espinoza, C. J.M. y Ramos, G. 1997. El cultivo de alfalfa y su tecnología de manejo. Fundación Produce Aguas Calientes, A.C. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Folleto Técnico para productores No. 22. México.

-García, C.,R. 1978. El cultivo de la Alfalfa en el Bajío. Circular No. 61 Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro de Investigaciones Agrícolas del Bajío. México.

-Gallardo, N., J. 2004. Situación Actual de la Producción de leche de Bovino en México. Coordinación General de Ganadería, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México.

-Hanson, C. H. 1972. Alfalfa Science and Technology. American society of agronomy.

-Hughes, H. D., Henson, R. E. y Metcalfe, S. D. 1984. Forrajes. La Ciencia de la Agricultura Basada en Producción de Pastos. Editorial Continental S.A. de C.V. México.

-Juscafresa, B. 1974. Forrajes, fertilizantes y valor nutritivo. Editorial Aedos. Barcelona España.

-Martínez, M., E. 1993. Establecimiento y Explotación del Cultivo de la Alfalfa (*Medicago sativa*) en el Rancho Sta.Emilia Mpio. Mazapil, Zacatecas. Memorias de Experiencia Profesional. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAANUL) Torreón, México.

-López, D., Gutiérrez, O., Ibarra, G. 1998. Primer taller sobre conservación de forraje, ensilaje y henificación. Memoria. Unión Ganadera regional de Nuevo León. Cd. Guadalupe N. L. México.

-Morúa, Ruiz, N.A 1997. La alfalfa (*Medicago sativa* L.), sus principales enfermedades. Monografía de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

-Moreno, D. L., Garcia, A. y Faz, C. 2002. Producción y utilización de la alfalfa en la Zona Norte de México. Manejo del riego en la alfalfa. Libro técnico No.2 . Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional Norte Centro (CIRNOC), Campo Experimental La Laguna (CELALA). Torreón, México.

-Núñez, H. G. 2000. Producción y Utilización de la alfalfa en la Zona Norte de México. Valor Nutritivo de la Alfalfa. Libro Técnico No. 2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Norte Centro (CIRNOC), Campo Experimental La Laguna (CELALA).Torreón, México.

-Orozco, Luna F., López, Gonzáles E., Usami, Olmos C.R., Kirchner, Salinas F.R. 1999. Cultivos Forrajeros. Editorial Trillas.

-Quiroga, G., Cueto J. A., Castro M. y Moreno A. 2000. Guía para Cultivar Alfalfa en la Región Lagunera. Folleto para Productores No. 15 CIFAP-Región Lagunera. México.

-Cueto, J. A. y Quiroga, G. 2000. Producción y Utilización de la alfalfa en al Zona Norte de México. Libro técnico No.2 . Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de investigación Norte Centro de México (CIRNOC). Campo Experimental la Laguna (CELALA). Torreón, México.

-Ramírez, D., y Nava, C., 2000. Producción y Utilización de la alfalfa en la Zona Norte de México. Plagas de la alfalfa. Libro técnico No. 2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional Norte Centro (CIRNOC).Torreón. México.

-Ramírez, D. L. 1974. El cultivo de la alfalfa en México. 2ª Edición. Dirección General de Extensión Agrícola. Chapingo. México.

-Rehinhart, R. 1990. Alfalfa management, diagnostic, guide. Pionner Hi-Bred International, Inc. Madison, Wisconsin, USA.

-Robles, Sánchez R. 1981. Producción de Granos y Forrajes. Editorial Limusa. México.

-Robles, Sánchez R. 1985. Producción de Granos y Forrajes. Editorial Limusa. México.

-Rodríguez, S. F. 1996. Fertilizantes, nutrición vegetal, AGT. Editor, S.A. 3ª Impresión, México, D.F.

-Sánchez, D. A. y Ramírez, L. M. 1973. La producción de semilla de alfalfa. SAG-INIA., México. Folleto de Divulgación No.32. Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Norte Centro (CIRNOC) Campo experimental La Laguna (CELALA) Torreón México.

-Santamaría, C. J., Núñez, H., Medina, G. y Ruiz, C. 2000. Producción y utilización de la Alfalfa en la Zona Norte de México. Potencial Productivo de la Alfalfa en México.



Libro Técnico No. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Norte Centro (CIRNOC), Campo Experimental La Laguna (CELALA), Torreón México.

-Tocagni, H. y Gonzáles J. L. 1980. Plantas forrajeras. Editorial Albatros.

-Uribe, M., H.R. 2002. Incremento de la Productividad de Alfalfa con el uso de Biosólidos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Ficha tecnológica 2002 por sistema producto. Campo Experimental Delicias, Cd. Delicias, Chih.

#### FUENTES DE INTERNET

-Bernard y Romero, 2004. Importancia de la calidad del heno. [www.produccionbovina.com](http://www.produccionbovina.com)

-Bobadilla, 2003. Producción de heno de alfalfa. [www.produccionbovina.com](http://www.produccionbovina.com)

-Bobadilla et al., 2003. Evaluación de la calidad de los forrajes conservados.  
[www.produccionbovina.com](http://www.produccionbovina.com)

-Cornacchione, 1988.

[www.inta.gov.ar/santiago/info/documentos/forraje/0007art\\_art\\_alfalfarec.htm](http://www.inta.gov.ar/santiago/info/documentos/forraje/0007art_art_alfalfarec.htm)

-Duarte, 2002. Como implantar bien una pastura de alfalfa. [www.viarural.com.ar](http://www.viarural.com.ar)

-Gros y Domínguez. 1992. El cultivo de la alfalfa.

[www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)

-Haynes, 2005. Cultivos Trasngénicos. Introducción y Guía a Recursos.

[www.cls.casa.colostate.edu/cultivostransgenicos/sp\\_risks.htm](http://www.cls.casa.colostate.edu/cultivostransgenicos/sp_risks.htm)

- Hijano y Navarro, 1995. Enfermedades de la alfalfa. [www.produccionbovina.com](http://www.produccionbovina.com)
  
- Kaiser, 2001. Mejoramiento genético de la alfalfa por menor potencial meteorizante. [www.produccionbovina.com](http://www.produccionbovina.com)
  
- Martínez y Meza, 2001. Pasturas y cultivos forrajeros. [www.foa.org/agp/AGPC/doc/counprof/spanishtrad/Mexico\\_sp/Mexico2\\_sp.htm](http://www.foa.org/agp/AGPC/doc/counprof/spanishtrad/Mexico_sp/Mexico2_sp.htm)
  
- Romero et al., 1995. Calidad en reservas forrajeras: Heno. [www.produccionbovina.com](http://www.produccionbovina.com)
  
- Spada, M. C. 2003. ¿Cómo se calcula la producción de forraje de alfalfa? [www.inta.gov.ar/manfredi/info/documentso/docprodani/deleon/JORNADA%20alfalfa%20Spada.pdf](http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/documentso/docprodani/deleon/JORNADA%20alfalfa%20Spada.pdf).
  
- Ustarroz, 1996. Heno de calidad. [www.produccionbovina.com](http://www.produccionbovina.com)
  
- Valdéz et al., 2001. Cultivos para heno. Leguminosas forrajeras y Legumbres. [www.fao.org/docrep/007/x7660s0a.htm](http://www.fao.org/docrep/007/x7660s0a.htm)
  
- Vergegnassi et al., 2001. Recomendaciones para disminuir los daños por enfermedades en alfalfa. [www.produccionbovina.com](http://www.produccionbovina.com)
  
- Vélez, 2005. Productos, Cubos de alfalfa. [www.unagauchada.com/contenido.php?sección=ventas/G](http://www.unagauchada.com/contenido.php?sección=ventas/G)