



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES (IIAREN)

Cultivo de Alfalfa en el Altiplano Norte (Municipio de Pucarani)



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES (IIAREN)**

**PROYECTO: "INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA EN COMPARACIÓN
DE VARIEDADES DE FORRAJES DESTINADO A MEJORAR LA
PRODUCCIÓN DE GANADO LECHERO EN EL MUNICIPIO DE
PUCARANI" - IDH**

La Paz - Bolivia

CREDITOS > CULTIVO DE ALFALFA>DESCRIPCION Y ORIGEN>FISIOLOGIA VEGETAL>SISTEMAS DE PRODUCCION>SUELOS Y FERTILIDAD>PLAGAS Y ENFERMEDADES/

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMÍA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES (IIAREN)

ING. MSC. HUGO DANIEL BOSQUE SANCHEZ
DECANO FACULTAD DE AGRONOMÍA

ING. MSC. GLORIA CRISTAL TABOADA BELMONTE
VICE DECANA FACULTAD DE AGRONOMÍA

ING. JUAN JOSE APARICIO PORRES
DIRECTOR IIAREN

EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO

ING. MOISES QUIROGA SOSSA

COORDINADOR

ING. JAVIER GONZALO QUIROGA AGUILAR

RESPONSABLE TÉCNICO DEL PROYECTO

MILTON DARÍO HUANCA ARUQUIPA

TÉCNICO INVESTIGADOR

ALFREDO ZENÓN CALDERÓN CHÁVEZ

TÉCNICO INVESTIGADOR

DANIELA MARCELA MOLLERICONA ALFARO

TÉCNICA INVESTIGADORA

PAOLA ALEJANDRA MAMANI ARIAS

TÉCNICA INVESTIGADORA

LILI LIMACHI HUAÑAPACO

TÉCNICA INVESTIGADORA

VIOLETA MORALES ALCON

ASISTENTE DE INVESTIGACIÓN

DOCENTES DE APOYO

ING. WILFREDO PEÑAFIEL RODRIGUEZ

ING. EDUARDO OVIEDO FARFAN

ING. ABEL ROJAS PARDO (Alternativas Agropecuarias – ALTAGRO)

Depósito Legal: 4-1-3026-15

LA PAZ - BOLIVIA

PRESENTACIÓN

La Facultad de Agronomía de la Universidad de Mayor de San Andrés (UMSA), actualmente trabaja para brindar una educación de excelencia y mejorar la calidad de vida de nuestros estudiantes, "por la búsqueda de una vida más humana que comienza con la educación". En este nuevo contexto, debemos empeñar nuestros mayores esfuerzos en el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales renovables, contemplando nuestras grandes potencialidades en lo que respecta a la producción de forrajes, beneficio que logra este insumo en la alimentación de ganado lechero.

A través de su instituto de investigación de la Facultad de Agronomía - UMSA, responsable de la ejecución del Proyecto "Investigación Participativa en Comparación de variedades de forrajes destinado a mejorar la producción de ganado lechero en el municipio de Pucarani" financiado con fondos IDH, ha deseado hacerles llegar a cada uno de ustedes en este libro, para que puedan acercarse para conocer sobre el "Cultivo de Alfalfa", que es considerada como la madre de las forrajeras. Existen pocos estudios y trabajos sobre el mismo que puedan fortalecer en la producción de esta especie forrajera especialmente en el Altiplano Norte del Departamento de La Paz.

La importancia de lograr el establecimiento de alfalfares a través de un trabajo participativo, la asistencia técnica, proponer soluciones y alternativas de producción de forrajes. Podemos generar algunas herramientas guías sobre el cultivo de alfalfa para la alimentación del ganado lechero. Deseando se constituya en un primer documento para la concientización y fortalecimiento para todas las organizaciones de base, núcleos educativos, autoridades comunales, familias productoras y población en general que genere sus ingresos económicos a través de la producción de leche y derivados.

La presente publicación es una pequeña muestra de lo que ha elaborado la Facultad de Agronomía - UMSA, a través de su Instituto de Investigación Agropecuarios y Recursos Naturales (IIAREN), ejecutor de proyectos especiales en las diferentes carreras y otras unidades académicas. Simplemente citar como ejemplo la elaboración de tesis y proyectos de grado relacionados con los forrajes, que aun requieren la difusión pertinente.

Esperemos que este pequeño aporte sea de beneficio para los hacedores de políticas públicas, investigadores, productores, estudiantes y todos los actores relacionados con el "Cultivo de Alfalfa", alimento prodigioso para el ganado lechero.

La Paz, octubre de 2014

Hugo Daniel Bosque Sanchez
DECANO
Facultad de Agronomía
Universidad Mayor de San Andrés

Índice

1. Introducción.....	9
1.1. Origen	10
1.2. Historia de su domesticación e introducción a Bolivia	10
1.3. Principales usos de la alfalfa	10
1.4. Ventajas y desventajas del cultivo de alfalfa.....	11
1.4.1. Ventajas	11
1.4.2. Desventajas.....	12
1.5. Principales productores a nivel mundial.....	12
1.6. La producción en Bolivia.....	12
2. Descripción de la alfalfa.....	15
2.1. Características botánicas	15
2.1.1. Hojas.....	15
2.1.2. Sistema radicular.....	16
2.1.3. Corona	16
2.1.4. Tallos.....	16
2.1.5. Inflorescencia y flores.....	17
2.1.6. Fruto (Vainas)	17
2.2. Clasificación botánica	17
2.3. Composición química de la alfalfa.....	18
3. Descripción fisiológica del cultivo de alfalfa (Planta C3)	19
3.1. Semilla	20
3.2. Crecimiento vegetativo	20
3.3. Fases fenológicas	22
3.4. Crecimiento vegetativo	23
3.4.1. Almacenamiento de energía	23
3.4.2. Momento de corte adecuado	24
3.4.3. Altura de corte u frecuencia de corte.....	24
3.5. Calidad de la alfalfa	25
3.5.1. Almacenamiento de nutrientes.....	26
3.5.2. La alfalfa bajo pastoreo.....	26
3.6. Tolerancia a variación de clima.....	26
3.6.1. Tolerancia de la alfalfa a la humedad del suelo	26
3.6.2. Tolerancia de la alfalfa a la salinidad del suelo.....	26
3.6.3. Tolerancia a la sequía.....	27
4. Ubicación del Municipio de Pucarani	29
4.1. Descripción del municipio de Pucarani.....	29
4.1.1. Límites territoriales	31
4.2. Clasificación climática	32
4.2.1. Extensión territorial.....	32
4.2.2. Manejo espacial (uso y ocupación del espacio)	33
4.3. Suelos.....	34
4.3.1. Geomorfología	35

4.4.	Aptitud de la tierra	38
4.5.	Manejo del suelo.....	41
4.6.	Régimen pluvial.....	42
4.7.	Agua	42
4.7.1.	Aguas superficiales	42
4.7.2.	Cuerpos y fuentes de agua.....	43
4.7.3.	Precipitaciones	43
4.7.4.	Presas	43
4.7.5.	Fuentes de agua.....	43
5.	Establecimiento del cultivo de alfalfa	45
5.1.	Criterios para elegir variedades de alfalfa para el Altiplano Norte (Municipio de Pucarani)	46
5.1.1.	Dormancia.....	46
5.1.2.	Variedades Promisorias de Alfalfa Dormante	47
5.1.3.	Variedades Semi Dormante	47
5.1.4.	Variedades no Dormantes	47
5.2.	Preparación del terreno (roturación o barbecho)	48
5.2.1.	Preparación del suelo.....	48
5.2.2.	Operaciones para la preparación del terreno.....	49
5.2.2.1.	Roturado	49
5.2.2.2.	Rastrado	49
5.2.2.3.	Nivelado	50
5.3.	Fertilización o abonamiento.....	50
5.4.	Preparación de melgas (composturas o camas) para riego	51
5.4.1.	Diseño y preparación de composturas (melgas, camas o platabandas)	51
5.4.2.	Composturas en melgas.....	52
5.4.3.	Composturas por melgas en surcos.....	52
5.4.4.	Compostura en cajetas (bancos) en surcos.....	52
5.5.	Calidad de la semilla de alfalfa.....	53
5.6.	Época de siembra	53
5.7.	Siembra	54
5.7.1.	Preparación de la semilla para la siembra.....	54
5.7.1.1.	Semilla peletizada	55
5.7.2.	Densidad de siembra.....	55
5.8.	Métodos de siembra.....	56
5.8.1.	Siembra en surcos	56
5.8.2.	Siembra al voleo.....	56
5.9.	Control de malezas.....	57
5.10.	Protección de animales	58
5.11.	Fertilización complementaria	58
5.11.1.	Cortes por año	58
5.12.	Riego superficial en el establecimiento del cultivo de alfalfa	59
5.12.1.	Riego de barbecho o remojo del suelo.....	59
5.12.2.	Riego de germinación.....	59
5.12.3.	Riego del cultivo en desarrollo y crecimiento	60

5.12.4.	Riego después del corte o pastoreo	60
5.13.	Métodos de riego utilizados en la producción de alfalfa	60
5.13.1.	Riego por melgas, platabandas o bordos	60
5.13.2.	Riego por melgas en surcos	60
5.13.3.	Riego por cajetas en surcos	61
5.14.	Rendimiento de la alfalfa bajo riego	62
5.15.	Pastoreo continuo	62
5.16.	Pastoreo rotativo	63
5.17.	Pastoreo cero	63
5.18.	Pastoreo por estacas	64
6.	Requerimientos climáticos para el cultivo de la alfalfa	65
6.1.	Clima	65
6.1.1.	Radiación solar	65
6.1.2.	Luminosidad	65
6.1.3.	Altitud	65
6.1.4.	Temperatura	66
6.1.5.	Humedad	66
6.1.5.1.	Humedad relativa	66
6.2.	Requerimientos físicos para el cultivo de la alfalfa	66
6.2.1.	Tipo de suelo	66
6.2.2.	Estructura del suelo	68
6.2.3.	Textura del suelo	68
6.2.4.	Profundidad del suelo	69
6.2.5.	Requerimientos químicos para el cultivo de la alfalfa (según al pH del suelo) ...	69
6.3.	Requerimiento de nutrientes	70
6.3.1.	Nitrógeno	70
6.3.1.2.	Sinergismo	71
6.3.1.3.	Fijación de nitrógeno	71
6.3.2.	Fosforo	71
6.3.2.1.	Antagonismo del fosforo	72
6.3.3.	Potasio	72
6.3.4.	Otros Nutrientes	72
6.4.	Salinidad	73
6.5.	Disponibilidad de agua para el cultivo de alfalfa (bajo riego)	73
7.	Sistema de producción lechera	75
7.1.	Alimentación	76
7.2.	Sanidad Animal	77
7.2.1.	Timpanismo	78
7.2.2.	Control y Prevención del Timpanismo	78
7.3.	Producción de forrajes	78
7.4.	Sanidad vegetal	80
7.5.	Producción lechera	80
7.5.1.	Calidad	81
7.5.2.	Cantidad	82

7.5.3.	Productos y subproducto	82
7.6.	Aspectos sociales	83
7.7.	Tenencia de la tierra	83
7.8.	Conocimiento del cultivo	84
7.8.1.	Época húmeda y seca	85
7.8.2.	Fuentes de Agua	85
8.	Utilización del forraje de alfalfa	87
8.1.	Henificación	87
8.1.1.	Ventajas y desventajas en la elaboración del heno	88
8.1.2.	Calidad del heno	88
8.1.3.	Proceso de henificación	91
8.2.	Ensilaje	95
8.2.1.	Ventajas y limitantes en el proceso de elaboración de ensilaje	95
8.2.2.	Características del Forraje en la elaboración de Ensilaje	96
8.2.3.	Aditivos en la elaboración del Ensilaje	99
8.2.4.	Proceso de ensilaje	101
8.2.5.	Perdidas en la elaboración de ensilaje	104
9.	Manejo Integrado de Plagas	107
9.1.	Reconocimiento, pronóstico y monitoreo de las plagas y enfermedades del cultivo de alfalfa en el altiplano	108
9.2.	Infestación de insectos comunes en el cultivo de alfalfa	109
9.3.	Plagas Claves	110
9.3.1.	Pulgón	110
9.3.2.	Gusano Verde	111
9.3.3.	Gusano negro o Cuca	111
9.4.	Plagas Potenciales	112
9.4.1.	Trips	112
9.4.2.	Chinche de la alfalfa	113
9.4.3.	Rosquilla o Gusano Gris	114
9.4.5.	Gorgojos	115
9.5.	Plagas Ocasionales o Temporales	116
9.6.	Enfermedades de la alfalfa	117
9.6.1	Principales Enfermedades	117
9.6.1.1	Viruela de la Alfalfa	117
9.6.1.2.	Mildiu de la Alfalfa	119
9.6.1.3.	Manchas de la Hoja de la Alfalfa	120
9.6.2.	Roya de la Alfalfa	121
9.6.1.4.	Stemphylium (Tizón Foliar)	122
9.7.	Deficiencias nutricionales	123
10.	Costos de producción de alfalfa en el altiplano	125
	Bibliografía	128
	ANEXOS	131

1. Introducción

La alfalfa es una planta conocida como la Reina de las Forrajeras, por su alta calidad nutritiva, elevada producción, aporta a la conservación y fertilidad del suelo, sin embargo, requiere especial cuidado en su manejo y es calificada por varios autores como la principal especie forrajera en todo el mundo con aproximadamente 32 millones de has cultivadas.

En las zonas altoandinas del Departamento de La Paz, la alfalfa se ha constituido en el pilar fundamental de los sistemas de producción de ganadería, principalmente en la alimentación del ganado de carne, leche o doble propósito. Su importancia radica en el rendimiento de forraje obtenido por unidad de superficie, su valor nutritivo, palatabilidad y consumo animal.

Prieto y Alzérreca (1989) citado por Rivera (2007) señalan a la alfalfa como una especie potencial en los últimos 40 años. El cultivo puede considerarse como una alternativa en la carencia de forrajes, en virtud de que la alfalfa en forma de heno o materia fresca, puede ser considerada un alimento potencial para el ganado lechero, tanto en época lluviosa y seca.

En cada zona, el potencial productivo de la alfalfa está determinado por la interacción de factores: climáticos, edáficos, genéticos y fisiológicos de cada variedad de esta especie. Paralelamente se debe considerar: correcta elección del terreno, manejo adecuado del riego, selección e introducción de variedades, el tiempo de cosecha, y el almacenamiento del forraje, factores que son determinantes para obtener mayores beneficios para los productores.

Entre los principales factores que inciden en forma negativa en el crecimiento, rendimiento y persistencia de la alfalfa se tienen: mala calidad de la semilla, preparación del suelo deficiente, época de siembra inadecuada, problemas de implantación, incorrecto manejo del cultivo, escaso control de plagas y malezas.

Como una de las limitantes para el desarrollo del hato vacuno en la producción lechera del Altiplano, se observa el problema de la alimentación de los animales en esta región, debido principalmente a sus condiciones climáticas. Las tres fuentes de alimentación son:

- Los rastrojos de los cultivos
- Los pastos naturales
- Los cultivos forrajeros, la producción nacional de forrajeros es 189.000 TM de alfalfa (MACA 1985).



Cultivo de alfalfa a nivel mundial

1.1. Origen

La alfalfa es originaria de Irán y Asia Menor, es una de las plantas más utilizadas como forraje en el mundo (Bouton, 2001) , aunque otros autores como Obaton, M. le atribuyen como lugar de origen la cuenca del Mediterráneo y el Medio Oriente.

1.2. Historia de su domesticación e introducción a Bolivia

Wery, y Grignac (1983) mencionan que la alfalfa fue utilizada como forraje para los caballos desde el tiempo de Alejandro I de Macedonia (siglo V a. c.), y en las guerras persicas (Medicago: planta de la Media). La alfalfa fue el primer forraje doméstico, su cultivo se extendió a Europa en el siglo XV, gracias a los intercambios de Venecia con el Oriente. El cultivo de la alfalfa y del trébol violeta trajo como consecuencia un aumento considerable en el número de animales domésticos.

La alfalfa fue introducida a América del Sur en el siglo XVI por portugueses y españoles, en 1870 a Perú, México y Estados Unidos por misioneros españoles (Muslera y Ratera, 1991 citado por Clavijo y Cadena P.C.). Posteriormente se introdujo a otros países como Bolivia (Bolton et al. 1972).

Actualmente en Bolivia se cultiva en los valles de Cochabamba, Tarija y Chuquisaca; en el altiplano en los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí y en los últimos años en los valles templados del departamento de Santa Cruz.

1.3. Principales usos de la alfalfa

La alfalfa es utilizada como forraje en la alimentación de animales, por sus propiedades nutritivas y de palatabilidad, puede llegar a fijar 450 kg de proteína bruta/ha/año, coadyuva en la fertilidad y estructura del suelo, se constituye en una alternativa si es sembrada con otros cultivos exigentes en nitrógeno. (Delgado, 1998).

En Bolivia, la utilización de la alfalfa como forraje para el ganado por época y por ecorregión se caracteriza de la siguiente forma:

Cuadro 1. Utilización de alfalfa por época y ecorregión en Bolivia

Valles	Altiplano
Época húmeda Alfalfa (cortada)	Época húmeda Alfalfa y/o asociada (cortada o pastoreada)
Época seca Alfalfa verde (cortada)	Época seca No se proporciona al ganado

Elaborado en base a datos del MDRyT (2011)

La alfalfa se comercializa en pacas henificadas y principalmente en fresco. Entre otros usos, se utiliza en elaboración de harina de alfalfa, pelets de alfalfa, por su alta producción en materia seca tiene un gran potencial para la fabricación de etanol.

1.4. Ventajas y desventajas del cultivo de alfalfa

1.4.1. Ventajas

Entre los beneficios al sector lechero, está el mejoramiento de suelos con cultivos de alfalfa razón por la que grandes extensiones de tierras con vegetación nativa han sido reemplazadas para la producción principalmente de alfalfa. Es una leguminosa que proporciona nitrógeno cuando se encuentra asociada con gramíneas (Dactylis, Festuca, etc.), por tanto incrementa el rendimiento por hectárea y la calidad del forraje. Por medio de sus nódulos radiculares fija nitrógeno atmosférico, que posteriormente es incorporado al suelo como nutriente, se constituye en una cobertura reduciendo los problemas de erosión.

Por su sistema radicular profundo, es tolerante a heladas y sequías. Posee un amplio rango de adaptación a diversos tipos de suelos y condiciones climáticas. Su alto contenido de proteínas, minerales y vitaminas lo cualifican como una excelente especie forrajera, para la alimentación del ganado (MAGDR – PDLA, 2001). Puede ser utilizada en pastoreo directo, ensilaje, y henificación, (Aquino 2010).



Ventajas cultivo alfalfa

1.4.2 Desventajas

La alfalfa carece de taninos (Flavonoides) condensados en hojas y tallos, por ello puede causar meteorismo o timpanismo en los rumiantes, una alteración digestiva de los rumiantes que se alimentan con pasturas de leguminosas (alfalfa, trébol). Ante esto, una solución interesante y práctica para el productor agropecuario, es el empleo de variedades de alfalfa con menor propensión a causar timpanismo, pero que mantengan un nivel adecuado de calidad y comportamiento agronómico, aunque aún no se ha incursionado en este tipo de investigaciones en nuestra región.

1.5. Principales productores a nivel mundial

La alfalfa es uno de los forrajes más cultivados a nivel mundial con aproximadamente 32 millones de ha cultivadas, Estados Unidos y Argentina con 16 millones de ha, que juntas tienen la mayor superficie sembrada (Bouton, 2001).

1.6. La producción en Bolivia

Desde su introducción a Bolivia, la producción de alfalfa ha sido limitada por las condiciones geográficas, climáticas y de suelos, características que varían en cada piso ecológico. En la zona del altiplano, región de Challapata Provincia Abaroa del departamento de Oruro Aquino, (2010) indica que los primeros cultivos de alfalfa fueron por los años 1940 a 1946, y en la región de Achacachi en el año 1951.

De acuerdo a datos del primer Censo Agropecuario del año 1950, Bolivia contaba con una superficie cultivada de 6325,03 ha, con una superficie cosechada de 4774,29 ha. Una producción de 23,999 t con un rendimiento de 5,027 t/ha.

En el departamento de La Paz para el mismo año se contaba con una superficie cultivada de 592,46 ha, una producción de 2,990 t con un rendimiento igual a 5,697 t/ha. Se observan rendimientos mayores a los del promedio nacional.

En el Altiplano Central, zona Oriental de las provincias Ingavi y Aroma del departamento de La Paz, el cultivo de alfalfa y otras forrajeras se han adaptado óptimamente. Los suelos de esta zona son de origen coluvial, generalmente franco arenosos o franco arcillosos con buen drenaje natural.

Cuadro 2. Superficie, producción y rendimiento de alfalfa en Bolivia (1995 a 2008)

PARÁMETRO	GESTIÓN												
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007-2008
Superficie cosechada o cultivada (ha)	19.900	20.380	22.200	22.290	22.270	22.760	23.558	27.812	27.843	23.303	23.339*	23.543*	29.607*
Producción de alfalfa en base seca (T)	123.000	137.489	156.690	158.350	158.495	172.410	164.283	171.526	167.770	167.127	167.701*	168.235*	183.999*
Rendimiento promedio (T/ha) en base seca	6,18	6,75	7,06	7,1	7,12	7,58	6,611	6,004	5,337	7,172	7,185*	7,146*	6,196*

Adaptado de MAGDER. Dpto. de Estadísticas, 2001.

Elaborado en base a Muller y asociados, 2004 – FEDEPLE, 20042

*Fuente: Instituto Nacional de Estadística- Encuesta Nacional Agropecuaria – ENA, 2008

Para el municipio de Pucarani se cuenta con los siguientes datos:

Cuadro 3. Superficie y rendimiento del cultivo de alfalfa en el municipio de Pucarani

Especie Forrajera Cultivo Superficie (ha) Rendimiento (Kg/ha) Producción (toneladas)

Especie Forrajera	Cultivo	Superficie (ha)	Rendimiento (Kg/ha)	Rendimiento (Kg/ha)
Alfalfa	2.198	5	10.991	320
Avena (Berza)	1.129	2,85	3.217	480
Cebada (Berza)	2.317	3,45	7.994	560

Fuente: Unidad de Productividad y Competitividad del Ministerio de Planificación.

El rendimiento de la alfalfa en los valles de Bolivia, de acuerdo a investigaciones realizadas por el CIF – UMSS, con un promedio de seis cortes año y duración de cuatro años, la producción varía en función al tiempo, 12,0 t/ha el primer año, 16,5 t/ha segundo y tercer año, el cuarto año declina a 15 t/ha, y un promedio general de 15,0 t/ha MS año.

Los siguientes datos fueron obtenidos en la Localidad de Puna, a 65 km de la ciudad de Potosí, Centro Experimental dependiente de la Empresa Agropecuaria Universitaria dependiente de la Universidad Autónoma "Tomas Frías

Cuadro 4. Productividad de alfalfa en tres momentos de corte

Parámetro	Primer corte	Segundo corte	Tercer corte	Promedio
Rendimiento en materia seca (T/ha)	11,41	17,98	23,21	17,5
Proporción de tallo (%)	44,7	63,55	56,45	54,9
Proporción de hoja (%)	54,41	35,99	42,26	44,22

Elaboración propia en base a datos del Artículo

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS DE LA ALFALFA

2. Descripción de la alfalfa

La alfalfa es una planta perteneciente a las leguminosas, entre las cuales se encuentran los tréboles y guisantes, estas especies son consideradas como forrajeras superiores a las gramíneas, por su diversidad y calidad alimenticia.

El ciclo vital de la alfalfa es aproximadamente tres años, de acuerdo a reportes de productores del municipio de Pucarani se tendrían alfalfares (variedad Ranger americana) con un establecimiento de más de 30 años. Se trata de una planta perenne, vivaz, de porte erecto o semi-erecto, puede alcanzar altura de un metro.



Crecimiento cultivo de alfalfa

2.1. Características botánicas

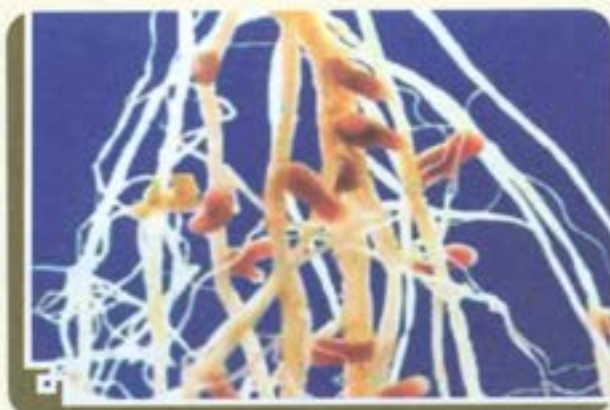
2.1.1. Hojas

Las primeras hojas verdaderas posterior a las hojas cotiledonales son unifoliadas, las hojas posteriores son trifoliadas o multifoliadas, alternas, pecioladas, foliolos de color verde oscuro, con márgenes lisos y los bordes superiores son ligeramente dentados en el tercio superior, los foliolos adoptan formas más o menos oblongas y anchas (Aquino, 2010). Existen alfalfas trifoliadas, pentafoliadas, heptafoliadas, las cuales producen mayor cantidad de biomasa con mayores rendimientos.



Hojas de alfalfa

2.1.2. Sistema radicular



Raíces cultivo de alfalfa

Presentan raíces muy profundas pudiendo medir hasta 4.5 metros, por lo que la planta es especialmente resistente a la sequía, Según Berlijn y Bernardon (1982) puede alcanzar de siete a nueve metros de profundidad.

Posee un sistema radicular conformado por una raíz principal (pivotante) robusta muy desarrollada, con numerosas raíces secundarias, una corona que sobresale del terreno de la cual emergen brotes que

dan lugar a los tallos. Presentan nódulos para la incorporación (fijación) de nitrógeno atmosférico, el mismo que penetra por el suelo hasta los nódulos donde es reducido a amoníaco por las bacterias gracias a la enzima nitrogenasa. Este amoníaco se incorpora a las estructuras carbonadas para producir aminoácidos y proteínas. Esta enzima está presente solo en las leguminosas que poseen nódulos fijadores de nitrógeno.

2.1.3. Corona

Los tallos maduros o brotes nuevos forman un conjunto que recibe el nombre de corona. En variedades dormantes la corona se ubica por debajo del nivel del suelo.



Corona y raíces cultivo de alfalfa



Tallos de alfalfa

2.1.4. Tallos

Los tallos son delgados y erectos (dependiendo de la variedad), soportan el peso de las hojas e inflorescencias de consistencia herbácea, la base de la planta presenta una consistencia semileñosa, por tanto es una planta muy adecuada para la siega o corte continuo.

En la parte inferior del tallo se acumula gran cantidad de azúcares, las cuales se engrosan y forman rizomas, algunos se separan de la corona y desarrollan raíces para formar una nueva planta.

2.1.5. Inflorescencia y flores

Las inflorescencias están agrupadas en racimos axilares simples, pedunculadas de distinto tamaño y densidad, las flores presentan un color azul violáceo, y tonalidades que varían de azul pálido a morado oscuro, conforma de mariposa (papilionadas), zigomórfica muy definida, un estandarte, dos alas y una quilla.



Inflorescencia de alfalfa



Semilla de alfalfa

2.1.6. Fruto (Vainas)

El fruto es una vaina (legumbre) alargada, enrollada en espiral de tres a cinco vueltas e indehisciente, castaño negruzco, contiene entre 2 y 6 semillas.

2.1.7. Semillas

Las semillas tienen forma arriñonada de color amarillo castaño y 1,5 a 2,5 mm de longitud. Generalmente hay entre 450.000 y 500.000 semillas por kilo.

2.2. Clasificación botánica

Botánicamente está clasificada como una angiosperma, dicotiledónea, clase Magnoliopsida, pertenece a la familia Fabaceae también conocida como leguminosas, género *Medicago* que comprende a las alfalfas. Su nombre científico es *Medicago sativa* L.

Las alfalfas de la especie *M. sativa* se consideran los cultivos forrajeros más importantes, no sólo por la superficie cultivada, sino también por su calidad nutritiva y diversidad de uso.

2.3. Composición química de la alfalfa

La alfalfa es una planta forrajera con alto contenido proteico, carbohidratos, vitaminas, calcio, fósforo, azufre, potasio, magnesio, además contiene elevados niveles de B-carotenos, según Sanchez (2004) citado por Tazola, V. (2007), son esenciales en la reproducción de bovinos es muy apetecida por el ganado, no es tóxica, de alto rendimiento y larga vida.

Cuadro 5. Contenido nutricional de la alfalfa en hojas y tallos

Porcentaje (%)	Hojas	Tallos
Proteína bruta	24	10,7
Grasa Bruta	3,1	1,3
Extracto no nitrogenado	45,8	37,3
Fibra Bruta	16,4	44,4
Cenizas	10,7	6,3

Fuente: Sánchez, C. (2012)

Cuadro 6. Contenido de materia inerte (%), proteína cruda (%), fibra detergente (%), ceniza (%) en tres momentos de corte de la planta de alfalfa. (Cortes cada 45 días)

Parámetro	Primer corte	Segundo corte	Tercer corte	Promedio
Materia inerte (%)	0,87	0,46	1,27	0,87
Proteína cruda (%)	21,80	15,70	20,40	19,30
Fibra neutra detergente (%)	46,10	48,20	47,10	47,13
Contenido de ceniza (%)	11,80	8,04	7,64	9,16

Fuente: ABOPA

La composición nutricional de los forrajes en la Cuenca Lechera presentan los siguientes valores: En Achacachi; 21.2% de proteína bruta (PB) y 2,91 Mcal/kg materia seca (MS) de energía metabolizable (EM), en Patacamaya; 19% (PB) y 2,59 Mcal/kg (MS), y en Tiahuanaco 18,4 % (PB) y 2,95 Mcal/kg (MS).

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN FISIOLÓGICA DEL CULTIVO DE ALFALFA (PLANTA C_3)

3. Introducción

Desde el punto de vista del manejo de las especies forrajeras, resulta importante conocer determinados aspectos tales como su morfología, fisiología y estado de la planta al momento del corte o defoliación. La condición morfológica de la planta al corte define la cantidad y calidad de forraje a obtener y además afecta el rebrote subsiguiente.



Cultivo de alfalfa, planta

Las plantas germinan, crecen, se desarrollan, maduran, se reproducen y mueren. La fisiología es el estudio de esos procesos, del cómo y porque cada planta se comporta de una manera propia y peculiar; es el estudio de la organización y operación de los procesos que ordenan su desarrollo y comportamiento. Cada planta es el producto de su información genética modificada por su ambiente y cada parte u órgano vegetal se modifica adicionalmente por el estado fisiológico, o ambiente interno de la planta del cual forma parte.

La alfalfa (planta C_3)

La alfalfa al igual que muchas plantas pertenece a las plantas del grupo C_3 , se denominan así porque el primer compuesto resultado del ciclo fotosintético, en la incorporación de dióxido de carbono (proceso de carboxilación), es el ácido -3- fosfoglicérico (3-PGA), formado por tres átomos de carbono. A diferencia de la plantas del grupo C_4 que están formadas por cuatro moléculas de carbono, como el ácido oxalacético, málico, etc.

Las plantas C_3 en climas áridos y con temperaturas elevadas bajan su eficiencia fotosintética, se incrementa la fotorrespiración consumiendo más oxígeno, la fijación de CO_2 depende de la concentración (difusión del CO_2) en el ambiente, lo que influye directamente en el crecimiento. se ha establecido concentraciones actuales entre 370 a 380 ppm de CO_2 . Korner (2003) señala que la concentración de CO_2 se ha incrementado a través del tiempo y que no tiene restricción espacial, ni genera saturación de CO_2 .

3.1. Semilla



Semillas de alfalfa, diferentes variedades

Para el establecimiento de la alfalfa resulta determinante contar con semilla certificada: considerando características físicas; como el tamaño, la pureza y características genéticas; como el tiempo de reposo invernal, resistencia a condiciones ambientales adversas y el poder germinativo.

La selección de variedades depende de la finalidad del forraje, para pastoreo se pueden utilizar variedades intermedias, y para forraje de corte variedades menos dormantes, de

esta forma obtener mayores rendimientos. Entre la variedades estudiadas en el Proyecto se encuentran: Africana, Ranger, Valador, Monarca (poco dormante 8; no dormante 9), Bolivia 2000, y Patriarca.

La alfalfa tiene un periodo de germinación de siete días, en condiciones de humedad adecuada brota a los dos días, Alcón (2009), en doce variedades estudiadas señala una variación en el porcentaje de germinación de 58.7 a 95.3%. Tarqui (2005), señala en el establecimiento de tres variedades de la alfalfa con riego por aspersión, la emergencia de las plántulas no tuvo diferencias significativas.

Según Béjar et al. (2000), combinando densidad de siembra y fertilización (dosis de 1-90-30), se obtuvo mayor rendimiento de semilla, así como una buena calidad física y fisiológica de la semilla.

3.2. Crecimiento vegetativo

La alfalfa es una especie que se adapta a diferentes climas. Existen numerosas variedades que se diferencian por su productividad, tolerancia a plagas, enfermedades y otros factores limitantes.

Alcón (2009), señala que no existe variación en el crecimiento en doce variedades de alfalfa en el primer año de establecimiento.

En otoño (epoca seca) la alfalfa acumula reservas nutritivas en la raíz y corona, rebrotando con vigor en primavera (periodo de lluvias), durante el periodo invernal la alfalfa detiene su crecimiento (Parada invernal, dormancia), la duración de la parada invernal es el factor que mide mejor la adaptación. Variedades con una parada invernal corta, o reposo mínimo necesario para tolerar las heladas, puede maximizar la producción en otoño, y el rebrote en primavera sea con vigor. Variedades con mayor parada invernal son más

persistentes, toleran mejor las enfermedades foliares, desarrollan mayor número de tallos, son menos erectos, tienen menor cantidad de cortes y son más productivos.



La duración de la parada invernal varía según la variedad, existen variedades que no descansan en invierno y continúan con el crecimiento, si disminuyen las temperaturas pueden agotar las reservas nutritivas y desarrollar en primavera con menor vigor, y posteriormente puede perderse la plantación. Es recomendable realizar ensayos para determinar cuál variedad se adapta mejor a la región.

Variedades de alfalfa

En España se han identificado tres grupos de alfalfa.

Alfalfas africanas o californianas, son poco tolerantes al invierno, no tienen parada invernal, pueden realizarse 10 a 12 cortes anuales.

Alfalfas flamencas, con una parada invernal prolongada, son resistentes a las heladas pueden realizarse 3 a 4 cortes anuales, tienen un crecimiento en forma de roseta.



Planta de alfalfa, (Periodo de establecimiento)

Alfalfas intermedias, con una parada invernal corta, tiene un crecimiento erecto con 5 a 7 cortes anuales.

Estados Unidos, promovió un sistema de puntuación del 1 al 9 para clasificar las variedades en función a la duración de la parada invernal. El 1 corresponde a las variedades muy dormantes; 2, variedades dormantes; 3, variedades moderadamente dormantes; 4, 5, y 6, a diferentes niveles de semidormancia; 7, variedades moderadamente no dormantes; 8, variedades poco dormantes; 9, variedades no dormantes.

3.3. Fases fenológicas

La fenología es el estudio del inicio y finalización de las diferentes fases del crecimiento de las plantas, en respuesta a las condiciones ambientales, como al altitud, latitud, humedad, época de siembra, suelo, etc.

Según autores, las fases fenológicas de la alfalfa son: emergencia, botón floral, floración y maduración; la primera corresponde al primer año de implantación con la aparición de los cotiledones por encima del suelo, la segunda con la aparición de los primeros botones florales, la tercera con la aparición de la primera flor, la última etapa de maduración corresponde al oscurecimiento de las vainas.

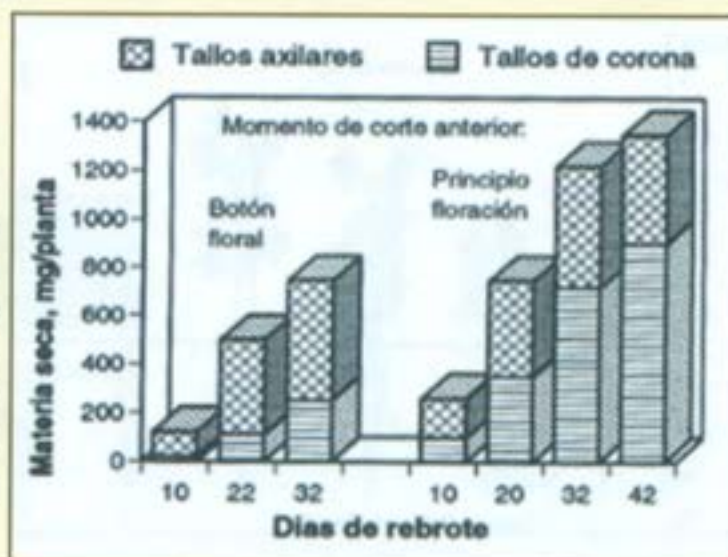


Seguimiento Fenológico cultivo de alfalfa

Spada et al. (2007), menciona las siguientes etapas fenológicas: vegetativo temprano, ausencia de yemas y hojas axilares; vegetativo medio, presencia de primeras hojas originadas de yemas axilares; vegetativo tardío, presencia de ramificaciones axilares; botón temprano, uno a dos nudos con botones florales; botón tardío, más de tres nudos con botones florales; floración temprana, un nudo con una flor abierta; floración tardía, más de dos nudos con una flor abierta; fructificación, temprana uno a tres nudos con vainas verdes; fructificación tardía, más de cuatro nudos vainas verdes; semillas maduras, nudos con vainas marrones.

3.4. Crecimiento vegetativo

Romero et al. (1995), señala que el follaje sintetiza los nutrientes necesarios para el desarrollo radicular y vegetativo, cortes en momentos inadecuados del follaje puede ocasionar bajos rendimientos y la persistencia de la alfalfa. A partir de las yemas en la corona de la alfalfa se generan los tallos de corona, en los tallos restantes las yemas axilares generan tallos axilares.



Rebrote de la alfalfa

Romero et al. (1995) según varios autores, señalan que el rebrote de la alfalfa en su mayor parte se origina en las yemas axilares de los tallos remanentes, el corte de estas yemas axilares causa un alargamiento de las yemas de corona retardando el rebrote y reduciendo el número de tallos. Si bien el número de tallos axilares es mayor después del corte, a medida que la planta crece muchos tallos axilares mueren y aumentan los tallos de corona aumentando la producción, por lo que el aporte de tallos de corona y tallos axilares estará en función de la madurez de la planta y el momento del corte, es recomendable seleccionar variedades con mayor número de yemas de corona.

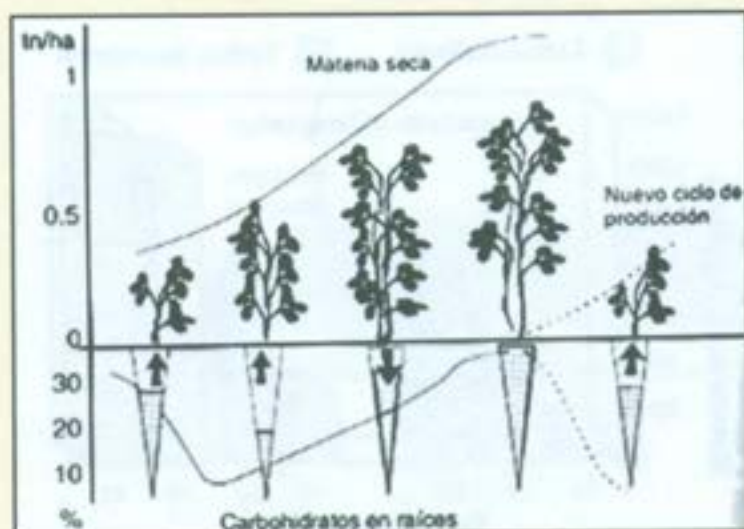


Partes de la alfalfa

3.4.1. Almacenamiento de energía

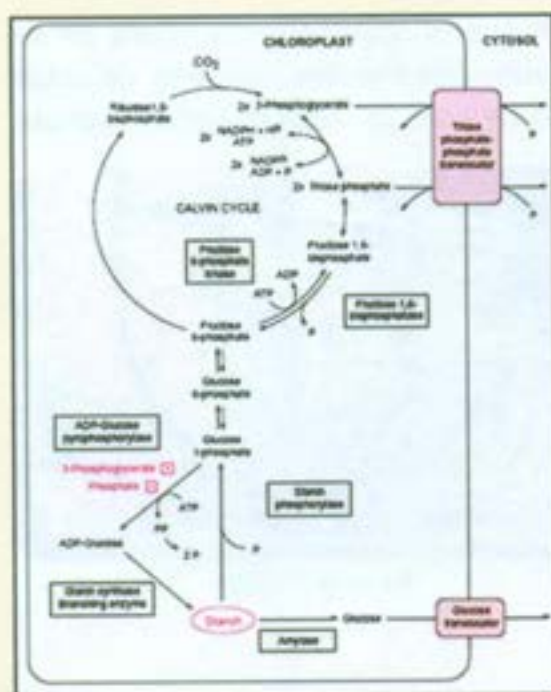
Después del corte la energía para el desarrollo del nuevo follaje proviene de los carbohidratos no estructurales (azúcares, almidón y otros compuestos orgánicos) almacenados en las raíces y parte en la corona.

En primavera la alfalfa empieza su crecimiento con la reserva de carbohidratos no estructurales, hasta que la planta alcance unos 20 cm, a partir de este momento la planta fotosintetiza sus carbohidratos para satisfacer sus requerimientos, los excedentes son traslocados y almacenados nuevamente en la raíz y corona, el máximo almacenamiento se logra en la etapa de floración, con la aparición de nuevos rebrotes empieza la disminución de carbohidratos.



Comportamiento de los carbohidratos

Cuando la planta utiliza sus reservas, el almidón es convertido en azúcar (principalmente sucrosa) en más del 50%, y cuando la planta fotosintetiza sus carbohidratos en exceso los azúcares son condensados en almidón para ser almacenados.



Formación de energía a partir del proceso fotosintético

3.4.2. Momento de corte adecuado

El momento óptimo de corte es cuando la alfalfa ha alcanzado la madurez fisiológica, un indicador de la madurez es la presencia de flores y rebrotes de corona, sin embargo hay que considerar que la floración solo es un indicador en determinadas épocas del año, altas temperaturas disminuyen el número de días requeridos para alcanzar la floración, así como periodos de sequía provocan una floración prematura sin completar su pleno desarrollo. Exceptuando situaciones como las descritas, la acumulación de carbohidratos en la raíces está estrechamente asociada con la floración.

Asimismo se debe tomar en cuenta que los rebrotes de corona pueden originarse por: la interrupción de la dominancia apical, alto contenido de reservas en las raíces, precipitación después de una sequía, cuando la corona está expuesta a radiación.

3.4.3. Altura de corte u frecuencia de corte

La altura de corte puede afectar el rendimiento pero no la persistencia, es recomendable cortes entre 6 a 10 cm, cortes a mayor altura requiere cortes más frecuentes y su

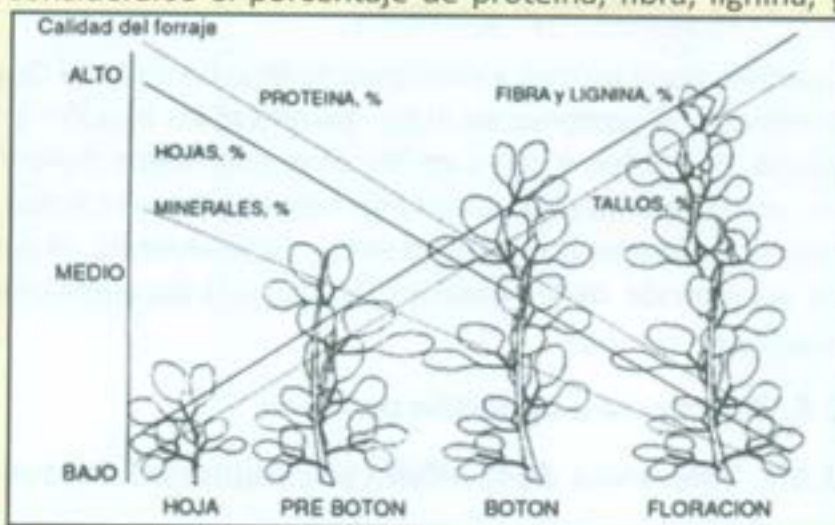
recuperación no es favorable, se reduce el crecimiento de yemas de corona, un corte alto favorece el crecimiento de yemas axilares.

Según Vernal (1995), las hojas sobrantes pueden ayudar a fotosintetizar carbohidratos disminuyendo los rendimientos al incrementar la frecuencia de corte y la altura de la alfalfa sobrante, las hojas sobrantes tiene baja actividad fotosintética. Según Romero et al. (1995), se obtiene un rendimiento adecuado con intervalos entre cortes de 35 días.

Sin embargo resulta más importante la acumulación de reservas en las raíces y la corona para el crecimiento de nuevos rebrotes de corona y tallos axilares.

3.5. Calidad de la alfalfa.

En la calidad del forraje debe considerarse el porcentaje de proteína, fibra, lignina, y digestibilidad entre otros, con cortes prematuros la alfalfa es de buena calidad, tiene bajos rendimientos y menor persistencia, por el contrario con cortes tardíos baja la calidad de la alfalfa, se incrementa el rendimiento y persistencia.



Calidad de la alfalfa

A medida que la alfalfa crece baja su calidad al disminuir los porcentajes de proteína, minerales y se incrementan los porcentajes de celulosa, hemicelulosa y lignina. El forraje es de mejor calidad cuando la relación hoja/tallo es mayor, es decir mayor proporción de hojas, asimismo con la madures disminuyen la digestibilidad del forraje. Con aplicaciones 15 t/ha. de estiércol de ovino se obtuvo una relación hoja/tallo 1/14 (Torrez, 2010). Según Tarqui (2005) con riego por aspersión mejora la relación hoja/tallo, al igual que el porcentaje de cobertura en un 96%.

El rendimiento y las reservas acumuladas están directamente relacionadas con la cantidad de materia seca de la alfalfa, la disponibilidad de nutrientes en el suelo incrementa la cantidad de materia seca. Con aplicaciones de 15 tn/ha de estiércol ovino se obtuvo un rendimiento de 11.61 t MS/ha, y la tasa de crecimiento absoluto de 6,1 g de MS/día/m² (Torrez, 2010).

3.5.1. Almacenamiento de nutrientes

Según Delgado et al. (2005), la alfalfa cuando alcanza una altura de 30 cm, produce reservas nutritivas suficientes de las que requiere para su crecimiento, estas reservas son almacenadas en la raíz y corona hasta que la planta alcance la floración, (etapa de máximo almacenamiento de nutrientes), posteriormente son utilizadas por la planta luego del corte para facilitar el rebrote, momento donde la planta retardaría su crecimiento por falta de hojas.

No es recomendable cortar la alfalfa antes de la floración por que existe un agotamiento de nutrientes, debilitamiento de la planta y muerte, esto no significa que se realicen cortes precoces, pero es recomendable alternarlos con cortes tardíos

3.5.2. La alfalfa bajo pastoreo

La alfalfa tiene un mejor rendimiento bajo un sistema de pastoreo rotativo y no pastoreo continuo, el pastoreo se debe planificar en función a los ciclos de crecimiento de la alfalfa, el pisoteo y carga de los animales. Según Ratera el sistema de manejo se basa en una alternancia de periodo de reposo y pastoreo que permita a la alfalfa restituir sus reservas esenciales para el rebrote y supervivencia, el pastoreo se puede iniciar a partir de la aparición de los botones florales y la duración dependerá del tipo de alfalfa y su rapidez de rebrote.

3.6. Tolerancia a variación de clima

3.6.1. Tolerancia de la alfalfa a la humedad del suelo

El cultivo de la alfalfa durante todo su periodo de desarrollo no soporta el exceso de humedad del suelo en comparación con otras leguminosas (Dwain y Vallentine, 1999), Morales (2013), señala que la alfalfa es una especie sensible a la asfixia radicular (más de 24 horas con agua en superficie produce la muerte radicular.

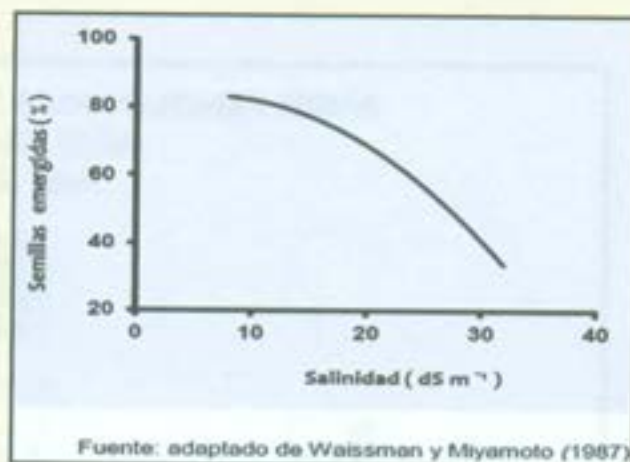
García (1984), señala que la asfixia radicular es uno de los mayores problemas de esta especie forrajera por carecer de un sistema radicular fasciculado, según Martínez (1998) la asfixia radicular por un periodo corto de tiempo es uno de los mayores problemas de esta especie. Orloff et al. (2007), señala que la alfalfa no es tolerante a la humedad del suelo principalmente en el periodo más activo de crecimiento, con elevada humedad disminuye la disponibilidad de oxígeno retardando el crecimiento de la raíz y provocando enfermedades.

3.6.2. Tolerancia de la alfalfa a la salinidad del suelo del suelo

El cultivo de la alfalfa es muy sensible a la salinidad, un exceso de sales produce palidez de algunos tejidos, disminución del tamaño de hojas, y crecimiento limitado del follaje resultando plantas pequeñas. Espinoza señala que la presencia de sales limita el

desarrollo de la planta y provocan la muerte gradual de la planta.

Forth (1984), mencionado por Alarcón (2012), señala que el efecto negativo de la salinidad en la planta se debe a la presión osmótica, la que genera una reducción en la disponibilidad de agua para la germinación de las semillas. Con niveles de salinidad de 32 dS m^{-1} se tendría solamente un 30% de la germinación de semillas.



Efecto de la concentración de sales en la germinación de la semilla

3.6.3. Tolerancia a la sequía

Según Alarcón (2012), la alfalfa debido a su sistema radical pivotante y profundo puede soportar sequías, bajo una sequía severa y altas temperaturas el rendimiento es marginal.



Influencia de las sales en el crecimiento

FASES FENOLÓGICAS DE LA ALFALFA-TREBOL

Alfalfa : *Medicago sativa*

Trebol : *Trifolium* sp.



EMERGENCIA	BOTÓN FLORAL	FLORACIÓN	MADURACIÓN
<p>Fecha en que aparecen los cotilédones por encima de la superficie del suelo. Esta fase se observa sólo durante el primer año de la plantación, posteriormente debe suplantarse por la observación de la fase de botón floral.</p>	<p>Aparecen los primeros botones florales.</p>	<p>Aparece la primera flor.</p>	<p>En alfalfa para uso forrajero se registra la fecha de corte; si el propósito es la producción de semilla, la madurez fisiológica se manifiesta por el oscurecimiento de las vainas.</p>

Fuente: Manual de Observaciones Fenológicas, SENAMAHI, Peru 2011

CAPÍTULO IV

MUNICIPIO DE PUCARANI

4. Ubicación

El Departamento Autónomo de La Paz está situado al noroeste del país. Tiene una extensión de 133.985 km² y una población estimada en 2012 de 2,7 millones de habitantes. Su capital departamental es la ciudad de Nuestra Señora de La Paz, sede del Gobierno Central y del Poder Legislativo, que se encuentra a una altitud de 3.640 msnm.

El departamento fue creado a partir de la Intendencia de La Paz de la Real Audiencia de Charcas, mediante Decreto Supremo de 23 de enero de 1826. La Paz limita al norte con Pando, al sur con Oruro, al este con Beni y Cochabamba y al oeste, con Perú y Chile.

La Provincia Los Andes corresponde al Departamento de La Paz, se sitúa al oeste de Bolivia. Tiene una superficie de 1.658 km² y una población proyectada de 74.693 habitantes (2005) con una densidad de 45,05 hab/km². La provincia limita al norte con la Provincia de Larecaja y la Provincia de Omasuyos, al oeste con el lago Titicaca, al sur con la Provincia de Ingavi y al este con la Provincia de Pedro Domingo Murillo.

La capital provincial es la ciudad de Pucarani. Esta provincia es muy importante ya que pertenece al altiplano norte, a las orillas de lago Titicaca es un reservorio enorme de agua dulce, y es pertenece al cordón lechero, que es un potencial en la producción ganadera lechera.



Mapa 1. Departamento de La Paz

4.1. Descripción del municipio de Pucarani

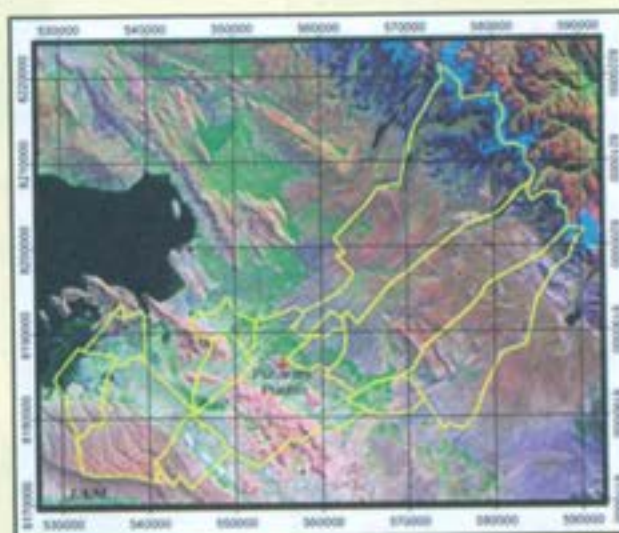
El Municipio Pucarani, está ubicado en la Provincia Los Andes del Departamento La Paz, geográficamente la Provincia ocupa el territorio de la región oeste del Departamento; ubicándose, en las coordenadas Universal Transversa de Mercator, Datum WGS-84, Zona 19: 555778 E, 8186769 N (Mapa 1), con referencia al municipio se halla a una distancia de

40 km de la ciudad de El Alto, utilizando la carretera Panamericana (ruta internacional) que se dirige hacia Copacabana. (Mapa 1)

Límites cantonales del Municipio de Pucarani



Ubicación geográfica del Municipio de Pucarani



El territorio del Municipio Pucarani, se sitúa en las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud Sur: $16^{\circ}32'11,44'' - 16^{\circ}05'02,15''$

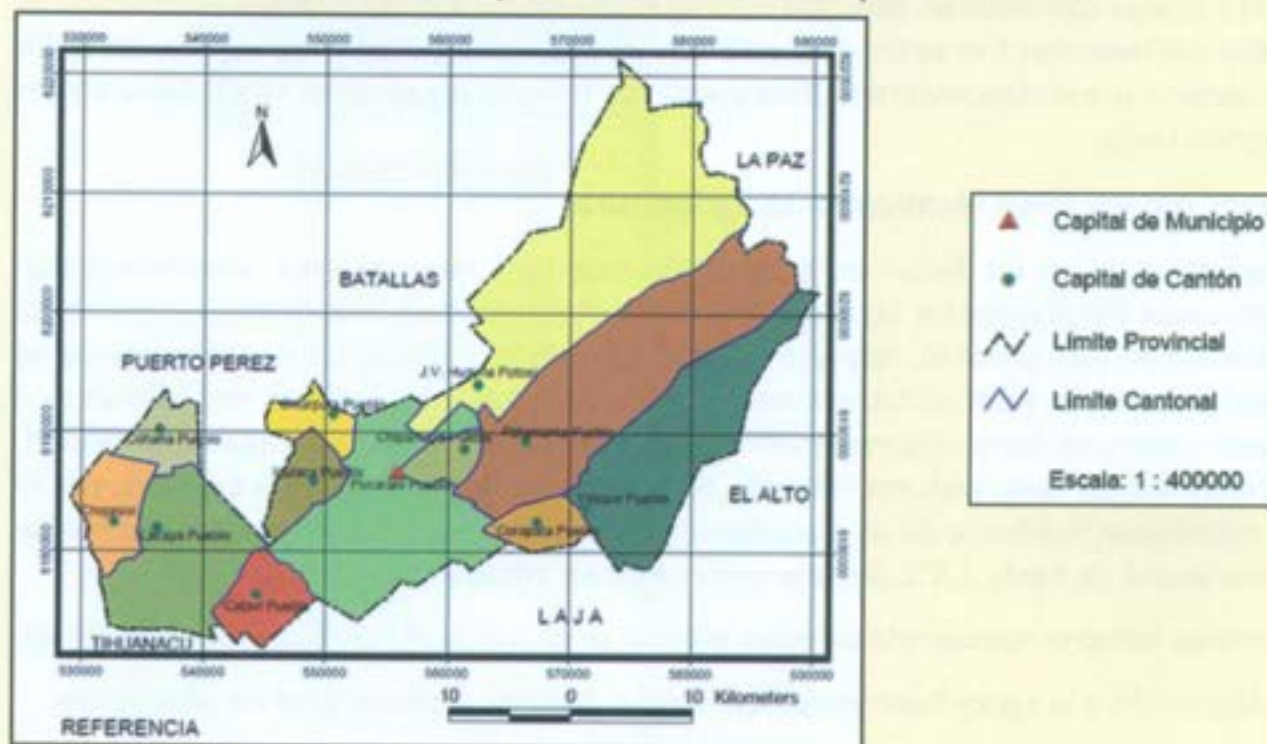
Longitud Oeste: $68^{\circ}43'44,15'' - 68^{\circ}09'09,7''$

La ubicación de las 87 comunidades (12 cantones) del Municipio de Pucarani, detallando los puntos donde se han tomado las coordenadas, con una Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM), Datum WGS-84, Zona 19.

4.1.1. Límites territoriales

Los límites territoriales (Cuadro 1) del Municipio, se describen de acuerdo a la Resolución Prefectural No. 004/2007, donde se solicita la delimitación del Municipio de Pucarani, primera sección de la Provincia Los Andes del Departamento de La Paz (Mapa 3).

Mapa 2 Límites y colindancias del Municipio de Pucarani



Cuadro 7 Límites y colindancias del Municipio Pucarani

Punto Cardinal	Descripción
Sur	2ª Sección "Laja" Provincia Los Andes y 3ª Sección Tihuanacu" Provincia Ingavi.
Este	Sección Capital "La Paz" y 4ª Sección "El Alto" Provincia Murillo.
Norte	4ª Sección "Puerto Pérez" y 3ª Sección "Batallas" Provincia Los Andes; 2ª Sección "Guanay" Provincia Larecaja.
Oeste	3ª Sección "Tihuanacu" Provincia Ingavi y el Lago Titicaca.

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal base de datos del Especialista en Información Geográfica (2007)

4.2. Clasificación climática

La clasificación climática de Köppen donde se identifica en el departamento de La Paz cuatro grupos climáticos (García, 1988; Köppen y Geiger, 1936; Kottke et al., 2006): tropicales (A), secos (B), templados (C) y fríos (E). En este sentido, en la Cuenca de Gestión Titicaca existen dos zonas de vida: Mesotérmico con invierno seco frío – Cwa (90%) y Estepa con invierno seco frío – BSk (10%). Está caracterizada por temperaturas medias del mes más frío entre -3°C y 18°C , y la del mes más cálido supera los 10°C . En esta zona se presentan inviernos fríos y veranos frescos; los veranos son lluviosos y los inviernos secos.

Efectos del régimen térmico en la agricultura

La temperatura es un factor de producción que está directamente relacionada con los procesos fisiológicos de las plantas; a mayor temperatura, mayor eficiencia para la realización de este proceso. Hay que hacer notar que las variaciones de temperatura en periodos lluviosos, podrían incrementar el área de vegetación foránea, nos referimos a las variaciones de temperaturas mínimas, para las cuales se requiere poca plasticidad; esta variación de temperaturas afectaría sin duda la fisiología de algunas especies, por lo que estaríamos hablando de un periodo de adaptación de las especies al incremento de temperaturas de hasta $3,5^{\circ}\text{C}$ de diferencia tanto en enero como en julio.

Asimismo, como consecuencia de estos efectos se producirían los siguientes escenarios:

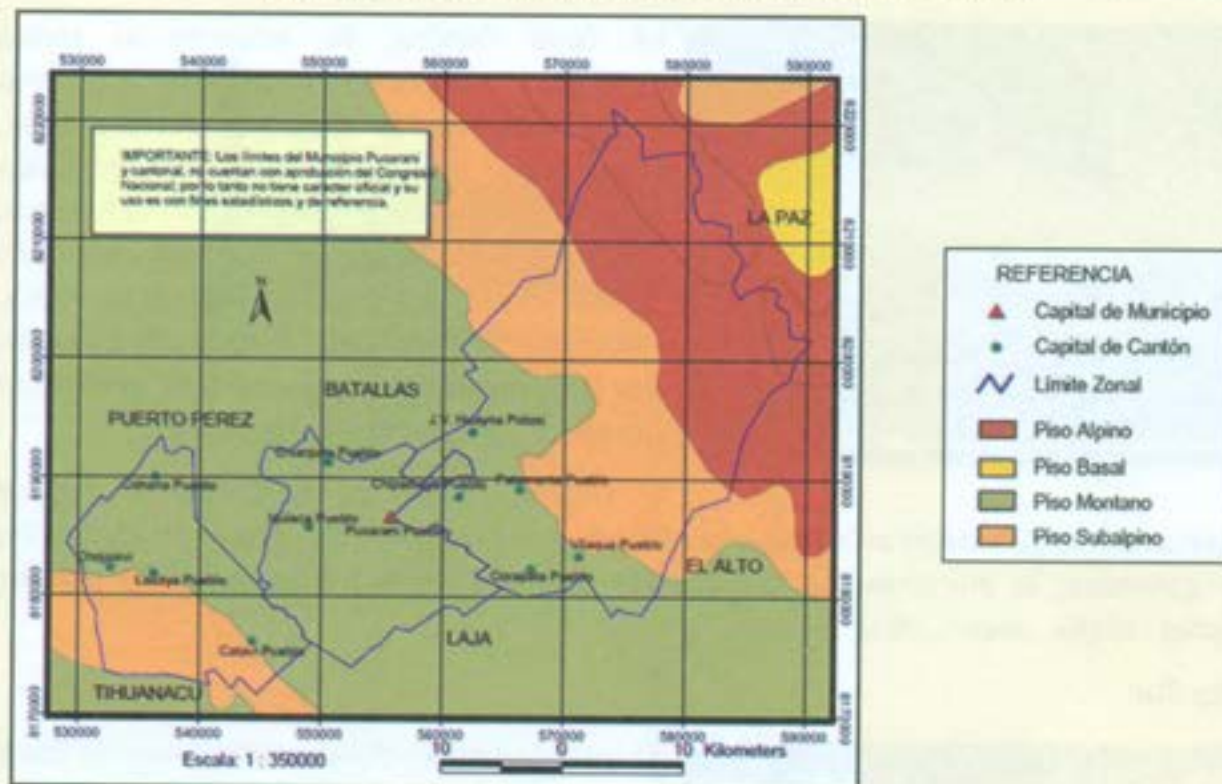
- Afectación a la agricultura temporal, incluso disminuyendo su área de producción.
- Se tendría una incidencia en las enfermedades transmitidas por vectores dependientes de la temperatura (principalmente bacterias y parásitos), los cuales buscarían mayor amplitud de hospedaje porque se afectaría su tiempo fisiológico (Higley et al., 1986).
- El aumento de la temperatura eventualmente incrementará la población de áfidos y otras plagas de insectos, que requieren estas condiciones climatológicas, ya que se estaría formando un escenario de temperatura y de humedad óptimas para el crecimiento de estos organismos (Domínguez et al., 2004).

4.2.1. Extensión territorial

El municipio de Pucarani posee una superficie de 933.1 km^2 .

Las áreas potenciales para el cultivo de alfalfa como forraje se pueden ser identificado en base a los mapas de continuación:

Mapa 3 División de Distritos Municipio de Pucarani



4.2.2. Manejo espacial (uso y ocupación del espacio)

Distrito Norte

Las comunidades de la Zona Norte (Condoriri, Murucantaña, Cochapampa, etc.) ocupan áreas alrededor de abrigos naturales de la serranía, son las poblaciones más alejadas y tienen un clima frígido, el resto de las comunidades se han asentado a lo largo de la carretera troncal.

El uso de los suelos de esta zona se concentra en los pisos: Piso Alpino y Piso Sub Alpino, se dedica a la cría de ganadería extensiva de alpacas, llamas, vicuñas y ovinos, por la gran presencia de pastos nativos que es utilizado sobre todo en el pastoreo y el Piso Montano es utilizado para la agropecuaria extensiva con cultivos anuales y la crianza de ganado camélido.



Distrito Centro



La Zona Centro, de acuerdo al mapa ecológico, se presenta un Piso Montano y las poblaciones (Iquiaca Arriba, Baja, Huanocollo, Sehuenca, etc.), han ocupado áreas aledañas a los ríos: Sehuenca, Kopohuta, Challani; o en abrigos naturales de serranías bajas y colinas bajas (Cota Cota, Pucarani, Siviruyo, etc.), que se caracterizan por la dispersión de las viviendas y el elevado grado de parcelamiento de tierras.

El uso del suelo de la Zona Central, se caracteriza por la ganadería intensiva y la agropecuaria intensiva dispersa, y su utilización busca garantizar la alimentación del ganado con el cultivo permanente de plantas forrajeras (alfalfa, avena, etc.).

Distrito Sur



El asentamiento de la población de la Zona Sur, sigue la trayectoria de la carretera Tambillo – Taraco, las comunidades han ocupado espacios aledaños a la carretera para la formación de los pueblos localizándose en lugares donde exista alguna elevación o en su defecto en el pie de algunos cerros, esta característica evita posibles inundaciones de la época de lluvias y los pisos ecológicos presentes son: Piso Montano y Piso Sub Alpino.

El uso de los suelos de acuerdo al mapa ecológico, es Piso Montano que se caracteriza por la ganadería intensiva muy dispersa que se presenta en las serranías bajas de la Zona Sur y en el piso ecológico Piso Sub Alpino, tiene una actividad agropecuaria intensiva y ganadería intensiva que se ubican en las llanuras de pie de monte y llanuras fluvio lacustres (presencia de totorales).

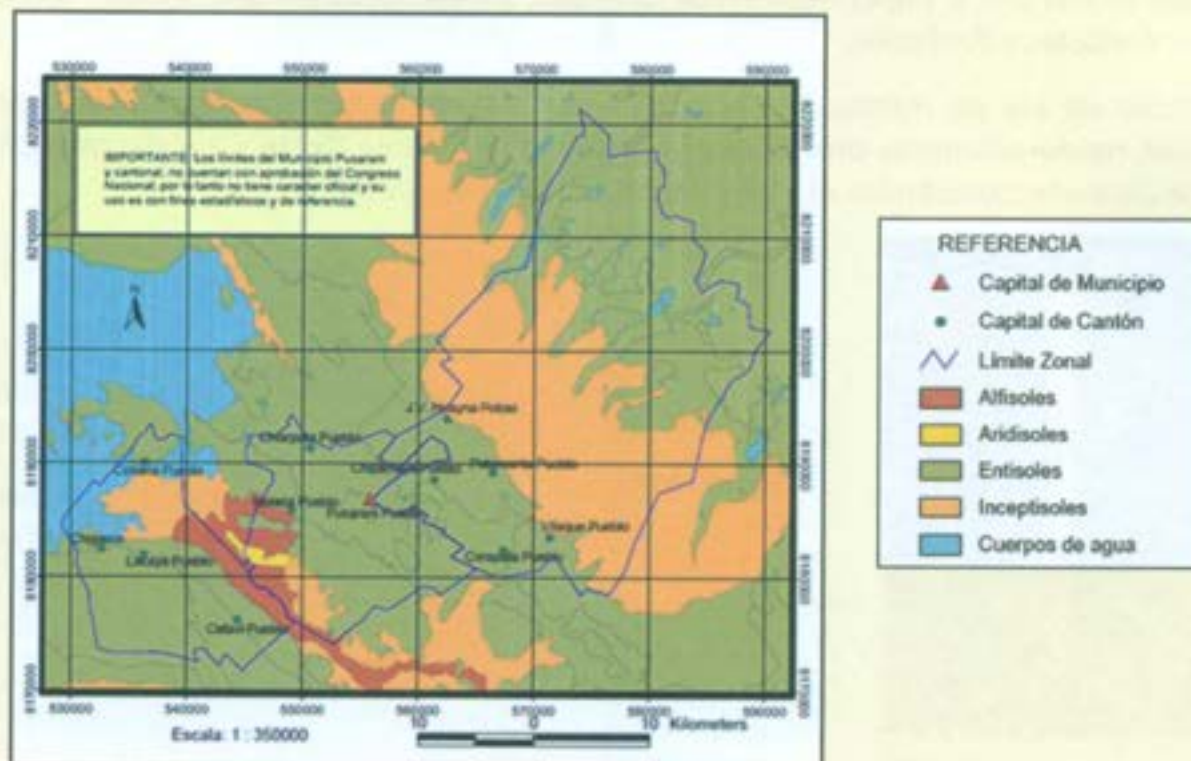
4.3. Suelos

Los suelos del Municipio de Pucarani, por la complejidad de su topografía, presenta características físicas de textura variables, empleamos para identificarlas el estudio de Zonificación Agroecológica y Socioeconómica de la Cuenca del Altiplano y el Plan de Uso de Suelos del Departamento de La Paz, además el análisis fisiográfico, que nos permite

diferenciar la Provincia Fisiográfica, y de las cuales podemos identificar cada zona o unidad de mapeo del área de estudio a una escala 1:350.000

El suelo es un recurso que con el transcurso de los años va perdiendo su fertilidad debido a las prácticas del monocultivo y al no ejercicio de destrezas que conserven sus condiciones (uso de plaguicidas de manera no recomendada, desconocimiento y falta de puesta en práctica de labores de manejo y conservación del suelo). También a esta situación se debe añadir las condiciones climáticas: vientos fuertes que originan erosión eólica, y el manejo del recurso agua no siendo el más adecuado en prácticas de riego.

Mapa 4 Suelos del Municipio de Pucarani



4.3.1. Geomorfología

La geomorfología del Municipio de Pucarani fue modelada por procesos exógenos que generaron los siguientes paisajes: montañas, serranías, llanuras, pie de monte y colinas. Dichos paisajes se muestran.

a) Montañas y Serranías

Los suelos de las montañas y serranías son superficiales, bien drenados con textura franco arenoso a arcillo arenoso, con abundante grava y piedra. En las cimas existe abundante pedregosidad y rocosidad superficial. Estas montañas y serranías, se localizan en la Zona Norte y Sur del Municipio, con pendientes moderadamente escarpadas a escarpadas (15-60%) y su clasificación taxonómica es del orden: Entisol.

b) Colinas

Los suelos de las colinas, son muy superficiales a moderadamente profundos, con alta a abundante pedregosidad y poca rocosidad en la superficie, son suelos franco arcilloso arenoso a arcillosos y su clasificación taxonómica es del orden: Entisol. La localización de las colinas se encuentra en la Zona Norte, Centro y Sur del Municipio.

c) Llanuras

Llanura fluviolacustre, se localizan en la Zona Centro y Sur, son suelos franco arenosos a franco arcilloso, sin pedregosidad. Están sujetas a inundaciones anuales y tienen un drenaje moderado a imperfectamente drenado. La clasificación taxonómica son del orden: Anfisoles y Aridisoles

La llanura de pie de monte, se caracteriza por presentar texturas franco arenoso a arcillosa, moderadamente profundo y se localizan en la Zona Norte y Sur del Municipio y la clasificación taxonómica es del orden: Inceptisoles y Entisoles.



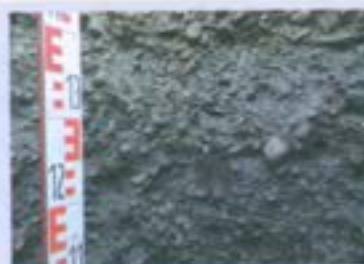
Suma lacka

En el castellano significa buena tierra, es una unidad de suelo que se caracteriza por su gran aptitud para la producción agrícola, son suelos profundos y francos arenosos.



Ch'iariaka

Denominados también tierra negra, son las mejores unidades de suelo y su fertilidad es acompañada por la presencia masiva de lombrices, son suelos muy profundos de características franco arenoso.



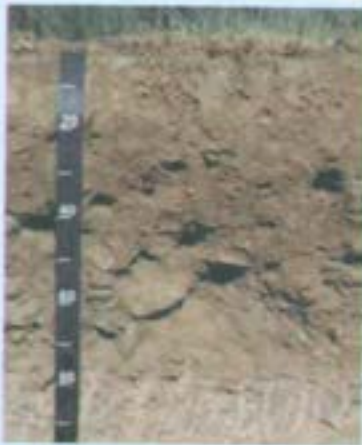
Llink'i

Son suelos arenosos, aptos para el cultivo de alfalfa, y quinua, el gran problema que presentan estos suelos es su infiltración de agua, suelos que pierden humedad fácilmente.



Kuy'alaka

Se denomina así a las tierras erosionadas poco aptas para la producción agrícola, se caracteriza por generar rendimientos muy bajos, son suelos poco profundos.



Challa Lacka

Son suelo de textura arenosa, aptas para el cultivo de quinua principalmente, son poco profundos.



K'alaorake

Es el denominativo que se da a los suelos pedregosos, aptos solo para producción de forraje nativo, por la elevada presencia de piedras no permite el desarrollo óptimo de los cultivos.

d) Gran paisaje de valle

Se caracteriza por presentar un grado de disección ligera, con pendientes que van de ligeramente inclinada a escarpada (5% al 55%).

De acuerdo a su relieve, este gran paisaje presenta una cota máxima de 4.900 msnm y una cota mínima de 4.250 msnm; la diferencia entre ambas cotas muestra que la amplitud de relieve es de 650 metros.

e) Pie de monte

Los pie de montes se encuentran en las laderas de las formaciones geológicas del ordovícico, silúrico, devónico y cretácico, son geoformas que se forman por la unión de varios abanicos aluviales al perder la energía de transporte las corrientes fluviales.

4.4. Aptitud de la tierra

La aptitud de la tierra del Municipio de Pucarani, la misma se elaboró en base a las características del suelo (físico-químicas), topografía, clima, vegetación. Asimismo, se presentan las categorías de aptitud de la tierra, fue realizada de acuerdo a las limitantes para el desarrollo de la producción tanto agrícola, pecuaria y de acuerdo al riesgo de degradación del suelo frente a diferentes tipos de manejo.

a) Agrícola

Esta unidad se encuentra conformada por la llanura y depresión fluvio-lacustre y las llanuras aluviales con disección moderada, la pendiente varia de llana a ligeramente inclinada, los suelos presentan un drenaje clase 3 (moderadamente bien drenado), textura franco arcilloso en el horizonte superior, francolimoso y arenoso en los horizontes subyacentes, son suelos poco profundos, pH neutro y moderada fertilidad.

Las características del suelo y la pendiente del terreno favorecen al desarrollo de la agricultura, debido a que presentan moderadas limitaciones de suelo (drenaje y fertilidad), y clima (baja precipitación, menor aprovechamiento para los cultivos), de acuerdo a las características mencionadas estos suelos son aptos para la producción agrícola las limitaciones pueden ser subsanadas mediante la incorporación de fertilizantes orgánicos estos favorecen en gran medida a las propiedades físicas (porosidad y mejor drenaje). Se ilustra la aptitud agrícola en llanuras aluviales.

b) Agropecuaria



Cultivo de quinua

Esta unidad se encuentra conformada por las serranías bajas con disección moderada, pie de monte inferior y la llanura fluvio-lacustre, los suelos presentan un drenaje clase 3 (moderadamente bien drenado), textura franco arcilloso en el horizonte superior y arcillo limoso en el horizonte subyacente, suelo poco profundo, pH neutro y moderada fertilidad.

La clase de aptitud agropecuaria se debe a que las condiciones del suelo y el medio circundante, presentan moderadas limitaciones y estas están referidas al suelo (drenaje, textura y profundidad), y el clima, donde las bajas temperaturas dificultan el desarrollo de la agricultura. En cuanto a la ganadería, las limitaciones son menores que estas, la pendiente (2 – 13%), favorece la transitabilidad del ganado, la vegetación desarrollada en estos suelos es moderadamente apetecible para el ganado.

c) Ganadería

Esta unidad dentro del Municipio de Pucarani, se encuentra conformado por los paisaje de pie de monte superior e inferior con disección ligera a moderada, los suelos presentan un drenaje clase 3 (moderadamente bien drenado), textura franco arcillosos en el horizonte superficial y arcilloso en el horizonte subyacente, suelos poco profundos, ph ligeramente alcalino y una moderada fertilidad.



Ganado lechero

El desarrollo de la agricultura se ve muy afectado ya que presenta severas limitaciones de suelo (horizonte impermeable, suelo poco profundo, ph ligeramente alcalino), y clima (bajas temperaturas durante gran parte del año). Por el contrario estas limitaciones de uso no afectan el desarrollo de actividades pecuarias, por tanto tiene una aptitud netamente ganadera.

d) Ganadería de uso limitado

Esta unidad se encuentra al Oeste del municipio de Pucarani, está conformado por las mesetas con disección moderada y pie de monte superior con disección fuerte, presentan pendiente inclinada (clase 3), drenaje clase 5 (excesivamente bien drenado), textura franco a franco limoso con altos contenidos de grava en todos los horizontes, profundidad es superficial, sin contacto lítico, presentan ph moderadamente ácido y una baja fertilidad.



Pastoreo de ganado

Las limitaciones para la agricultura son severas debido a las características del suelo y clima (temperaturas bajas gran parte del año), por el contrario, las limitaciones para las actividades pecuarias son menores, pero el suelo y el clima juegan un papel importante

para el desarrollo de la vegetación nativa, el cual es reducida (menor cobertura vegetal), por tanto esta unidad tiene una aptitud ganadera pero de uso limitado.

e) Protección

La unidad con aptitud destinada a la protección se encuentra distribuida sobre la montaña alta con disección fuerte, serranías altas y medias con disección moderada a fuerte, presentan pendientes moderadamente escarpada a muy escarpadas, las características del suelo: drenaje clase 5 (algo excesivamente bien drenado), textura franco, franco arenoso en el horizonte superior y franco arcilloso a arcillo-arenoso en los horizontes subyacente, profundidad superficial, ph moderadamente ácido y baja fertilidad.

En base a las características del suelo, erosión (hídrica en surcos, cárcavas y remoción en masas), clima (bajas temperaturas), la agricultura y la ganadería presentan severas limitaciones de uso, por tanto estas tierras deben ser utilizadas para la protección de los recursos presentes.

d) Agropecuaria extensiva



Cultivo de papa

Esta unidad se encuentra, sobre las colinas bajas, pie de monte con disección ligera, llanuras a luviales y llanuras y depresiones fluvio-lacustres, los cultivos de mayor importancia son: papa, haba, cebada, cebolla y quinua. La producción está destinada tanto al autoconsumo y para el mercado, la labranza primaria y secundaria se realiza de forma manual, con yunta y de forma mecanizada, dependiendo del capital el nivel de insumos utilizados es medio, entre ellos se tiene fertilizantes químicos (fosfatados

y nitrogenados), y orgánicos (estiércol animal no preparados), el uso de insecticidas y fungicidas es frecuente en especial para el ataque del gorgojo de los andes (Cultivo de papa).

En cuanto a la producción ganadera, las de mayor importancia son vacunos (criollos y mejorados) y ovinos, estos se encuentran especialmente en la llanura aluvial y fluvio-lacustre. La utilización de insumos veterinarios, semillas y otros productos es considerado de grado medio, entre ellos se tiene productos para baños antisépticos, vacunas para evitar la fasciola hepática y fiebre aftosa (de manera preventiva). En la Foto se ilustra la agricultura extensiva.

f) Ganadería extensiva de vacunos

Esta unidad se desarrolla entre los 3.810 y 3.880 msnm, se desarrolla en la llanura fluvio-lacustre (próximos a la orilla del lago Titicaca), las especies características del lugar son criolla e introducidas (Holstein y Pardo Suizo), es considerada la principal actividad económica, debido a que proporciona mayores ingresos para el sustento de la familia. La aplicación de insumos (veterinarios), es de grado medio acompañado por técnicas de manejo



Pasturas nativas

complementaria, el pastoreo se realiza sobre campos nativos de alta calidad forrajera y se complementa con forrajes nativos y/o introducidos. En la Foto se ilustra la ganadería extensiva de vacunos lecheros.

4.5. Manejo del suelo

a) Adecuado

Las tierras con uso adecuado, las unidades de paisaje que se encuentran sin conflicto de uso son: valles glaciares, pie de monte superior e inferior, y parte de la llanura fluvio-lacustre con disección ligera.

Haciendo una relación entre la aptitud y el uso actual, existe un equilibrio entre ambos, esto significa que se está respetando la aptitud de la tierra por tanto existe un uso sostenible del recurso suelo.

b) Sub uso

El área de las tierras con sub uso, estos paisajes son los piedemontes inferiores con disección moderada, llanura aluvial y fluvio-lacustre con disección ligera. De acuerdo a las características de los suelos, pendiente y clima, estas tierras presentan una aptitud entre agrícola, pero están siendo utilizados para la ganadería extensiva de vacunos, ovinos o camélidos, por tanto no se está aprovechando su aptitud al máximo.

c) Sobre uso

Los paisajes que presenta sobre uso son: montañas, serranías y colinas, todas con gran disección moderada a fuerte. La aptitud de estas tierras es estrictamente de protección, pero lamentablemente están siendo utilizadas para la ganadería y en algunas partes para la agricultura, provocando un alto riesgo de degradación del suelo y de las praderas nativas. Por tal motivo se debe analizar la alternativa de un cambio en el uso.

4.6. Régimen pluvial

El agua que se precipita desde la atmósfera sufre procesos hidrológicos que hacen que varíe la escorrentía superficial, y según el tipo de suelo, condiciona su accesibilidad para la producción primaria. El agua es muy importante para las diversas funciones fisiológicas, principalmente en la generación de biomasa, el que depende del proceso fotosintético y de transpiración denominado evapotranspiración (Bates et al., 2008).

La evapotranspiración potencial (ETP), refleja incorporaciones de agua en la atmósfera de 400, 500 y 550 mm. Esta última localizada mayormente en los municipios Pucarani, Laja, Viacha, Puerto Pérez e incluso El Alto. A pesar de la gran cobertura, el valor de la ETP está por debajo de la precipitación promedio; teniendo ETP muy por debajo del promedio de la precipitación; esto es significativo, muestra que la cantidad de precipitación, será sólo problema por exacerbación de las mismas (efecto del cambio climático), es decir, menores precipitaciones, en periodos de estiaje.

4.7. Agua



Fuentes de agua

El recurso más importante para el Municipio es el agua, pero hasta ahora no se ha logrado conservar adecuadamente ni emplearla apropiadamente en el riego. Se debe emprender una campaña de conservación de este recurso. La zona Norte no carece de este elemento, pero la zona centro y la Sur presenta ausencia de fuentes potenciales de este recurso.

El problema de contaminación del agua es uno de los más sentidos por la niñez del municipio, es la contaminación de la bahía Cohana como consecuencia de la contaminación de los Municipios de El Alto y Viacha, que es una preocupación constante por parte de las autoridades.

Es necesario incluir la contaminación de los ríos con desechos sólidos provenientes de la basura que se produce en las poblaciones concentradas, como consecuencia de la ausencia de rellenos sanitarios, estos desechos sólidos son depositados cerca de los ríos o en quebradas.

4.7.1. Aguas superficiales

Las aguas superficiales son aquellas que se encuentran en la superficie de la Tierra, como corrientes que se mueven en una misma dirección y circulan continuamente (ríos y arroyos); o como fuentes estacionarias (lagos, lagunas, pantanos, etc.). En general, el

agua superficial procede de las precipitaciones y se refiere a la cantidad de líquido que no se infiltra ni regresa a la atmósfera por evaporación. No obstante, también puede provenir de manantiales o nacimientos que se originan de las aguas subterráneas.

4.7.2. Cuerpos y fuentes de agua

Los cuerpos y fuentes de agua de la Cuenca Titicaca, a continuación se realizan una descripción de los mismos.

4.7.3. Precipitaciones

Las precipitaciones que registra esta Cuenca es poca variada, considerando su forma redonda se registran valores entre 600 a 800 mm, está fuertemente influenciada por el Lago Titicaca. En la parte baja de la Cuenca se conforman planicies cerca a las orillas del Lago, susceptibles de inundación estacional y permanente.

4.7.4. Presas

Se tienen tres presas ubicadas en el municipio de Pucarani, tres son utilizadas para riego, dos para agua potable (destinada para la ciudad de El Alto y Milluni) y las dos restantes son de doble propósito (Condori y Tuni).

La mayor capacidad de embalse se presenta en la presa Tuni con 21.548.940 m³; mientras que Milluni 10.800.000 m³, respectivamente.

Cuadro 8 Características de la presa de la Cuenca

Municipio	Nombre Presa	Uso	Tipo de Presa	Estado	Área Cuenca	Altura Presa	Longitud Corona	Capacidad de embalse (m ³)
Pucarani	Condoriri	Riego/A P	Tierra	Funciona	3,8 km ²	5 m	37 m	230.000
	Milluni	Agua Potable	Gravedad	F/ Problema	58,56 km ²	9,1 m	132 m	10.800.000
	Tuni	Riego/A P	Tierra	Funciona	16,6 km ²	18,5 m	110 m	21.548.940

4.7.5. Fuentes de agua

La principal fuente de abastecimiento de agua para el municipios son arroyos, ríos, pozos, vertientes, q'üotañas y lagos, además de que cuenta con aguas subterráneas pero éstas no son utilizadas en todas las comunidades.

Cuadro 9

El Municipio de Pucarani, cuenta con 22 ríos permanentes y 13 ríos temporales.

Municipio	Ríos inter-municipales (RIM) Ríos Interdepartamentales	Ríos Permanentes	Fuentes de Aguas	Tipo de Contaminación	Otros (Ref. posibles contaminantes) sin plan
Pucarani	Río Katari y Condoriri (RIM)	22 ríos permanentes	Lagunas, lago Titicaca, ríos, pozos, Qótañas y vertientes, a d e m á s de aguas subterráneas También cuenta con la represa que alimenta a La Paz y El Alto)	D e s e c h o s sólidos y d e s e c h o s arrastrados por las aguas del río desde otras Municipios, principalmente de la ciudad de El Alto	M i n a s abandonadas de oro y estaño y este municipio cuenta con una de las principales reservas de piedra caliza del departamento, el principal problema a futuro es la g r a n contaminación existente en el lago Titicaca

CAPÍTULO V

ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE ALFALFA

5. Establecimiento del cultivo

Para lograr buenos resultados en la producción de alfalfa se requieren las mejores condiciones posibles de clima, suelo y principalmente manejo del cultivo, factor que es deficiente en los productores y más aún en la actualidad con la variabilidad climática.

Para Bolivia que está situada en Sud América tiene tres grandes zonas topográficas, la parte montañosa con el altiplano los valles templados con la zona subtropicales húmedas del Chapare, Yungas, llanos orientales y tropicales con la zona chaqueña (Sauma, 2005)

Las condiciones del clima varían ampliamente desde las tierras bajas tropicales hasta las partes más altas de las montañas de los Andes. La temperatura y precipitaciones varían de acuerdo a la evaluación o su altitud, lluvias de diciembre a marzo en las zonas con una precipitación promedio de 300 – 500 mm anuales.

a) Zona Alto Andina, mayor a 4100 M.S.N.M

Aquino (2010) menciona que el establecimiento del cultivo de la alfalfa en alturas mayores a los 4100 m.s.n.m. los terrenos deben estar ubicados cerca de una fuente de agua, de buena calidad, para regar durante los meses de septiembre a diciembre. Además debe contarse con infraestructura productivas, como canchones forrajeros, ahijaderos y cercos que brindan protección del ganado durante el establecimiento y manejo del cultivo de la alfalfa, al mismo tiempo durante la noche el calor del sol almacenado y conservando en las rocas es irradiado lentamente produciendo un efecto negativo de la helada durante la noche al cultivo.



Paisaje altiplano norte

b) Zona altiplánica, menor a 4100 M.S.N.M

Para esta zona agroecológica del Altiplano, los terrenos deben estar en descanso o en rotación de cultivos, como ser papa, cebada, etc. Con la finalidad de aprovechar la fertilidad natural del suelo al haber descansado por muchos años, o por utilizar el efecto residual de la materia orgánica existente en el suelo después de la rotación. Además debe contar con riego para los meses de agosto a diciembre. Se recomienda evitar sembrar



Paisaje Municipio de Pucarani

alfalfa en los terrenos cultivados con alfalfa.

Según Perez (2009) la unidad fisiográfica del altiplano boliviano, situado en medio de las cordilleras Occidental y Oriental, cuenta con una diversidad de formaciones fitogeográficas en la misma las praderas nativas se constituyen en ecosistemas de gran valor económico para la crianza del ganado camélido, ovino y bovino.

La zona andina abarca un 28% del territorio nacional. Su extensión estimada es de 307.000 km². En ella se distingue la Cordillera Occidental o Volcánica, la Cordillera Oriental y la Meseta Altiplánica. En esta zona se encuentran los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí. Las temperaturas registradas son las más bajas del país y llegan hasta los 25° C. bajo cero. La temperatura máxima media es de 17° C.

5.1. Criterios para elegir variedades de alfalfa para el Altiplano Norte (Municipio de Pucarani)

5.1.1. Dormancia

La dormancia es el tiempo donde la planta de la alfalfa produce forraje debido a la presencia de heladas y frío, es decir no hay producción de forraje verde.

Esta dormancia se produce en los días fríos y cortos que ocurre durante los meses de mayo a agosto, esto quiere decir que por más que se aplique riego al cultivo de alfalfa no produce suficiente cantidad de forraje verde para el pastoreo. Existen variedades de alfalfa adaptadas a las condiciones del altiplano que presentan dormancia durante el invierno.

El reposo invernal o dormancia es una característica genética de las alfalfas que les permite mantenerse en estado latente durante el período de bajas temperaturas y heladas invernales, previa acumulación de reservas en la raíz y la corona, que facilitarán rebrotar en primavera, tan pronto como cesen las condiciones rigurosas del clima frío. Hay variedades de crecimiento postrado ideales para pastoreo. Variedades de alta dormancia (d= 1-4) pueden prosperar bien en condiciones de secano y baja temperatura. Variedades de baja dormancia o no dormantes (d=5-9) requieren mejores condiciones de temperatura y riego para producir. La dormancia en alfalfa está muchas veces acompañada de un % de semillas duras, como característica de la variedad. Escala: 1 – 9. (Pastos naturales)

5.1.2. Variedades Promisorias de Alfalfa Dormante

Estas variedades muestran una tolerancia a las heladas por los periodos muy largos y son conocidos como alfalfas del norte tienden a durar más años, pero con solamente 2 o 3 cortes por año.

Meneses (1997), indican que para el altiplano, la fisiología de la especie sólo permite un máximo de dos cortes, obteniéndose rendimientos de materia seca de 2 a 4 t/ha/año, siendo las limitantes el factor clima, manejo, características del suelo en términos de textura y pH, deficiencias de fosforo y carencias de poblaciones Rizobianas efectivas.

Las variedades de la alfalfa introducidas y establecidas en la zona de los Andes por diferentes Instituciones estatales ONGs en los diferentes predios son: Moapa, Ranger, Bol 2000, Vela, Rivera mostrando los siguientes rendimientos



Variedad Dormante

5.1.3. Variedades Semi Dormante

Estas variedades tienen un mayor rango de adaptación aunque si presentan algo de dormancia en el otoño y pueden resistir temperaturas no muy frías



Variedades Semidormantes

5.1.4. Variedades no Dormantes

Estas variedades dormantes tienden su crecimiento en el otoño o invierno, llegando a tener 1 a 2 cortes en algunas regiones con heladas muy ligeras.



*Variedades Dormantes y Semidormantes
Municipio de Pucarani*

5.2. Preparación del terreno (roturación o barbecho)

5.2.1. Preparación del suelo



Remoción con tractor

Infoagro (2002), manifiesta que las labores de preparación del terreno se inician con un subsolado (para remover las capas profundas sin voltearlas ni mezclarlas) que mejorará las condiciones de drenaje y aumentará la capacidad de almacenamiento de agua del suelo. Esta labor es muy importante en el cultivo de la alfalfa, pues las raíces son muy profundas y subsolando se favorece que estas penetren con facilidad. A continuación se realizan sucesivos gradeos (de 2 a 3), con la finalidad de nivelar el terreno, disminuir

el encharcamiento debido al riego o a intensas lluvias y eliminar las malas hierbas existentes. Se recomienda intercalar las labores con aplicaciones de abonos y enmiendas realizadas al mismo tiempo que los gradeos, para mezclar los fertilizantes con la tierra y homogeneizar su distribución. 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.



Roturado con yuntas

El éxito del cultivo forrajero, como de cualquier otro, comienza con la preparación del suelo y la preparación de la cama con el fin de crear las condiciones favorables para la siembra y la rápida y homogénea germinación.

La preparación generalmente se la realiza, con tractor y no es muy común el uso de yuntas por que el costo de mantención de los animales es un costo adicional en la producción. Para completar la preparación

del suelo se la realiza también manualmente con el desterronado.

La preparación del suelo se realiza en los meses de octubre noviembre, diciembre, con el fin de aprovechar las lluvias y el riego existente, para ello se utiliza maquinaria agrícola o yuntas.

5.2.2. Operaciones para la preparación del terreno

La preparación generalmente se la realiza, con tractor y no es muy común el uso de yuntas. Para completar la preparación del suelo se la realiza manualmente con el desterronado.

5.2.2.1. Roturado

El objetivo de esta, labor es romper y voltear la capa arable del suelo, facilitar la penetración del aire, agua, eliminar algunas plagas y enfermedades. Un barbecho de 25 a 30 centímetros de profundidad es suficiente para que la raíz se desarrolle normalmente durante el establecimiento. Primero debe aplicarse en la superficie del suelo abono orgánico o fertilizante en forma homogénea, luego se afloja el suelo, mediante el uso de arado de disco, yunta o en forma manual, el posterior rastreado y nivelado del suelo. Esta labor de preparación de la tierra, en la zona altiplánica es mecanizada al utilizar tractores agrícolas para la preparación del suelo. En resumen los objetivos de una buena preparación del suelo radical del suelo radical en que:

- Proporciona una buena cama a la semilla de alfalfa, con el fin de crear las condiciones favorables para la rápida y homogénea germinación y consecuentemente un buen establecimiento.
- Mezcla en forma homogénea al fondo el estiércol y fertilizante con el suelo, durante la preparación del suelo. Acondiciona la circulación del aire en el suelo, para estimular la actividad microbiana facilitando la liberación de los nutrientes retenidos por las partículas del suelo.



Siembra con maquinaria agrícola

Facilita una mejor distribución y uniformidad del agua y una mayor facilidad de penetración del agua, fertilización y abono orgánico

5.2.2.2. Rastrado

Los panes de tierra (corpas de tierra) después del roturado con maquinaria agrícola, deben desmenuzarse, utilizando rastras, con la finalidad de que el terreno esté preparado bien nivelado y listo para la siembra.



Implementos agrícolas

5.2.2.3. Nivelado

Esta labor se la realiza para una distribución adecuada del agua de riego en el terreno y favorece el drenaje de los excedentes de agua, se realiza después de la labranza del suelo.

La nivelación consiste en la distribución uniforme de la capa de tierra arada y rastreada. Se recomienda realizar 2 a 3 pasadas, se rastrean en forma cruzada, el

nivelado se realiza pasando un tablón pesado y plano o un riel.



Nivelación de terreno

5.3. Fertilización o abonamiento

Infoagro (2002) indica que 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 la siguiente tabla se muestra el abono orgánico más utilizado en el cultivo de la alfalfa y composición (en kg de elemento fertilizante por tonelada de abono).

Cuadro 10 Abono orgánico más utilizado en el cultivo de alfalfa

Abono orgánico	Elemento fertilizante		
	Nitrógeno (kg/tn)	P ₂ O ₅ (kg/t)	K ₂ O (kg/ha)
Estiércol (20-25% de MS)	4	2.5	5.5
Estiércol semilíquido Vacuno-Cerdo (9% MS)	5	2	6
Estiércol semilíquido Vacuno-Ovino (11% MS)	5	4	4
Purin	1.5-2.5*	0.25-0.5*	4-6*

Spiller (2007), manifiesta que si bien el máximo crecimiento de las plantas sólo es posible con un adecuado abastecimiento de nutrientes, los requerimientos varían según la especie y el ciclo de crecimiento de cada una. Las leguminosas (tréboles, alfalfa) dependen básicamente del abastecimiento de fósforo.

En el caso de algunos terrenos agrícolas ubicados en regiones semi-áridas del oeste bonaerense el nivel crítico sugerido es de 10 kg/ha de nitrógeno (22 kg/ha de urea o 55 kg/ha de fosfato diamónico). El daño fitotóxico se manifiesta por reducciones en la aparición o en la población de plántulas implantadas. Fertilizantes no amoniacales no constituyen un riesgo en las dosis normales de uso (Díaz, 2001).

En el caso del fósforo, elemento muy importante para las leguminosas y el desarrollo radicular en general, no se ha detectado ningún tipo de problemas con el uso de superfosfato triple de calcio o fosfato tricálcico, pero sí con fosfato diamónico y monoamónico (Rey, 2001).



Abonamiento con yunta

5.4. Preparación de melgas (composturas o camas) para riego

Las melgas, también denominadas composturas platabandas o bordos. Estas son divisiones que se hacen en el terreno preparado y nivelado, en forma rectangular o cuadrada, las cuales están niveladas y tienen una pendiente en sentido al riego con un mínimo de 0,2 % y un máximo de 2% con un ancho de 2 a 5 metros para que el avance del agua sea parejo y un largo de 10 a 50 m en función al caudal de agua delimitada con pequeños camellones con la finalidad de facilitar el manejo de la alfalfa (Aquino, 1998).



Cultivo de alfalfa en melgas

5.4.1. Diseño y preparación de composturas (melgas, camas o platabandas)

Una compostura es la manera de dar orientación a los surcos camas melgas o camellones en función a la pendiente del terreno con la finalidad de que no exista arrastre del suelo fértil que permita una distribución uniforme y adecuada del agua.

5.4.2. Composturas en melgas

Consiste en un riego por borde, aplicando el agua por una platabanda ancha delimitada por los bordes las melgas del agua ayudan mucho al mejor control de agua para su distribución requiere mano de obra para su nivelación previa y la construcción de melgas para los posteriores riegos .

5.4.3. Composturas por melgas en surcos

El terreno se divide en melgas por medio de los bordes paralelos, para que cada faja se riegue independientemente, las melgas deben tener poca o ninguna pendiente, tanto en el sentido longitudinal y transversal para realizar el riego. En cada melga se construyen surcos en dirección a la pendiente donde el agua se filtra en dirección vertical y lateral el agua se aplica en la parte superior de la melgas practicando aberturas en el borde de las melgas. Este método constituye una de las formas más eficientes de aplicar el agua de riego cuando las condiciones de suelo cultivo caudal de agua disponible y topografía lo hacen posible.

El riego es efectuado solamente por los surcos dependiendo de la disponibilidad accesibilidad del agua y disposición de mano de obra.

5.4.4. Compostura en cajetas (bancos) en surcos

Esta compostura en cajetas, en surcos, el riego es por melgas, donde las melgas o franjas son generalmente pequeñas desde 25 a 100 m². La superficie es de forma cuadrada delimitada por bordes el agua de riego se conduce por surcos de cuadro a cuadro luego se corta la entrada del agua y se cambia a otra melga. Posibilita controlar mejor el agua en terrenos de textura de suelo ligera y media luego de cortar la entrada de agua.



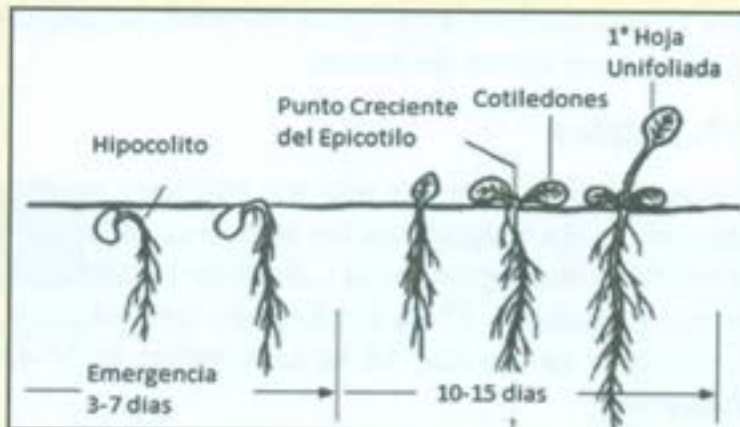
Cultivo de alfalfa en surcos

Las limitaciones del sistema es el llenado individual de cada cuadro haciendo una vigilancia extrema para que se riegue uniformemente, la mano de obra requerida para la formación de los bordes, dificulta el uso de maquinaria agrícola para los cultivos.

Se recomienda para terrenos muy accidentados y previa preparación de rastreo y tabloneo, de suelos con textura liviana a medida y con fuente de agua con poco caudal.

5.5. Calidad de la semilla de alfalfa

Problema que naturalmente tiene la semilla de alfalfa; la existencia de un porcentaje variable, según los años, de semillas duras. Estos son detectados por los análisis de germinación, que rutinariamente se hacen al realizar el control de calidad de la semilla destinada a la venta.



Crecimiento de cultivo de alfalfa

Debemos decir que una semilla dura, por definición, es una semilla viable, o sea, una semilla viva. A tal punto lo es, que en el caso particular de las semillas de alfalfa, su poder germinativo está determinado por el porcentaje de plántulas normales más el porcentaje de semillas duras.

En otras palabras, el poder germinativo en alfalfa viene dado por la sumatoria de los porcentajes de ambas fracciones.

El origen de las semillas duras puede estar dado por varios factores, pero en términos generales, las dos causas más frecuentes son:

- a) Impermeabilidad de la cutícula seminal, por deposición de altos contenidos de lignina, que impide el intercambio gaseoso y de humedad entre el embrión seminal y el ambiente que rodea a la semilla.
- b) Inmadurez fisiológica del embrión seminal al momento de la cosecha.

El primer factor enunciado es el que con mayor frecuencia se presenta y que está relacionado con caracteres genéticos del cultivar elegido para la siembra.

Existen cultivares que producen semillas con un porcentaje de lignina en cutícula seminal inferior a otros, y estos cultivares poseen un porcentaje menor de semillas duras. La técnica de la escarificación en ocasiones es usada para debilitar por fricción, esa capa de lignina y facilitar el intercambio.

El segundo factor está más directamente relacionado con el ambiente donde se produce la semilla de alfalfa, y con el manejo de la cosecha de las mismas.

5.6. Época de siembra

Está determinada por factores como: temperatura, desarrollo de malezas, lluvias o disponibilidad de agua de riego. En los valles interandinos la siembra se puede realizar en cualquier época del año, si hay disponibilidad de agua de riego, de preferencia en

época de lluvias para asegurar un buen establecimiento. En el altiplano, por las bajas que se registran en la época de invierno, las siembras se deben realizar necesariamente al inicio de la época de lluvias.

5.7. Siembra

Infoagro (2002), expresa que los métodos de siembra son a voleo o con sembradoras específicas. La mayoría de las siembras se hacen sólo con alfalfa, pero también puede asociarse a otras gramíneas utilizando la siguiente cantidad de semilla: 25 kg de semilla buena y mediana, 22 kg sembrando con máquina, 20 kg sembrando en líneas, a mano y mezclada con arena, 18 kg sembrando en líneas mezclada con arena y sembrada a máquina.

La semilla de alfalfa es muy pequeña, debe sembrarse a escasa profundidad y estar en contacto con la humedad. Actualmente, en siembra directa existen varias tendencias de siembra y su eficiencia y conveniencia puede depender de la zona y su adaptabilidad.

Por el costo de las semillas no es recomendable la siembra al voleo; si no sembrar en líneas utilizando rastras o yunta y sembrar a chorro continuo con poca semilla o moderadamente ralo (12 – 15 kg/ha de alfalfa).

5.7.1. Preparación de la semilla para la siembra



Inoculación de la semilla de alfalfa

Las semillas de algunas especies de leguminosas forrajeras son duras estas semillas no germinan inmediatamente debido a que sus tegumentos no permiten la penetración del agua. Antes de la siembra es necesaria someterlas a un tratamiento de escarificación. La escarificación se la puede realizar en agua caliente o ácido sulfúrico (Berlijn, 1996).

Las leguminosas tienen la capacidad de fijar nitrógeno del aire por medio del proceso de simbiosis entre la planta y una bacteria. Cada especie de leguminosa tiene su bacteria o rizobium específico. Si en un campo dado se siembra por primera vez se hace necesario incorporar la bacteria junto con la semilla al momento de la siembra, por medio de la inoculación. El inoculo específico en polvo se mezcla con la semilla antes de sembrarla, según instrucciones del fabricante.

La inoculación consiste en mezclar las bacterias con las semillas de alfalfa horas antes de la siembra, para ello se necesita azúcar rubia, agua limpia, taza, baldes y lavadores de plástico, manta y cuchara:

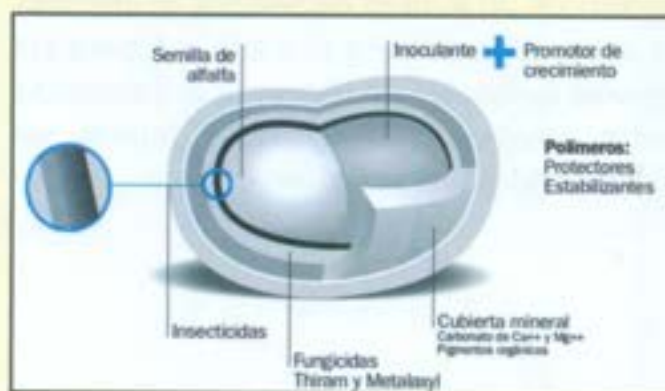
- Agregar 6 cucharadas de azúcar rubia a una taza de agua y mezclar bien.
- Mezclar una bolsita de 250 gramos de inoculante con agua azucarada y remover hasta formar una masa espesa en un balde
- mezclar 14 o 18 kilos de semilla de alfalfa con la masa del inoculante hasta lograr que cada semilla tenga color oscuro.



Preparación para la siembra de alfalfa

- Orear la semilla inoculada bajo sombra hasta secarla bien sobre una manta y después mezclar con la semilla
- Se recomienda utilizar inoculante fresco y de fecha no vencida, duplicar la cantidad de inoculante, nunca realice la inoculación a pleno sol, sino bajo sombra ni dejar la semilla inoculada bajo el sol (Argote, 2006).

5.7.1.1. Semilla peletizada



Semilla de alfalfa

El peleteo es una técnica de recubrimiento de semillas, aparentemente debe funcionar como una barrera física para evitar el ingreso de patógenos, contra las inclemencias del clima, proporciona un medio ideal para incorporar a la semilla, barrera química contra plagas del suelo, insectos y bacterias fijadoras de Nitrógeno de comportamiento simbiótico (*Rizobiummeliloti*). (Argote, 2006)

Esta técnica, además de asegurar una mayor concentración de bacterias eficiente, ayuda a mejorar la eficiencia de implantación en un 60 % por su efecto protector sobre la semilla.

5.7.2. Densidad de siembra

Aquino (2010) señala que los factores que inciden en la densidad de siembra para determinar la densidad ideal lo más importante es conocer la disponibilidad de riego, época de siembra, preparación del terreno tipo y calidad del suelo, tamaño de semilla eficiencia de la distribución de la semilla estos factores determinan el número de plantas por unidad de superficie.

Es importante lograr un buen stand de plantas inicial, cuanto mayor sea la cantidad de plantas iniciales más temprano se cubrirá el suelo desnudo. Se recomienda favorable por dos razones.

- Se empieza a captar radiación incidente antes y por lo tanto, la producción de al menos es el primer corte, es mayor. De otra manera esa radiación caería en el suelo y sería desperdiciada
- Al producirse un mayor sombreado del suelo, la invasión de maleza es menor

En general bajo condiciones de riego se recomienda en cultivos puros de alfalfa una densidad de 15 a 20 kg/ha de semilla sin peletizar, cuando se utiliza semilla peletizada las densidades de siembra es mayor (25 a 28 kg/ha), la densidad es superior a la de un terreno a secano es decir sin riego.

5.8. Métodos de siembra

La gran diversidad de los cultivos forrajeros hace necesario adaptar diferentes métodos de siembra y maquinaria.



Siembra en surcos

5.8.1. Siembra en surcos

Su distribución es uniforme permitiendo el ahorro de 20 a 40 % de semilla, economiza el agua disponible en el suelo y facilita las labores culturales, se reduce la competencia entre plantas es de especial interés en siembra de alfalfa con gramíneas.



Siembra en voleo

5.8.2. Siembra al voleo

La semilla es distribuida en forma homogénea por toda la parcela donde se consigue mayor densidad de planta con una mejor cobertura del terreno, permite una mayor competencia contra las malas hierbas, el procedimiento de siembra al voleo suelen ser más rápidos y baratos.

5.9. Control de malezas

Las malezas son los enemigos principales de los cultivos, dentro del lote compiten por luz, agua y nutrientes, además son hospederos de plagas y enfermedades que afectan al cultivo. Hay algunas técnicas para reducir la cantidad de malezas en el cultivo. Primero, es necesaria la implementación temprana de las prácticas básicas que incluye una excelente mecanización entre 30 a 45 días antes de la siembra, además instalar un sistema de riego para pregerminar malezas y hacer el control dependiendo de la maleza existente con el herbicida adecuado. Esto permite entrar a la siembra libre de malezas, garantizando que el cultivo estará por lo menos 40 días libre de malezas logrando formar una buena cobertura antes de que las malezas comiencen a competir con la planta.

Es necesario eliminar gramíneas agresivas como el kikuyo y otras, preparando el terreno en la época seca, 3 a 4 meses antes de la siembra. A los dos meses de la siembra y a los tres meses en el altiplano. Se recomienda además, un control manual de malezas nocivas o agresivas en cada primavera, antes que estas hayan producido semillas. Para un control eficiente de malezas, estas tienen que extraer de raíz en especial en campos de producción de semilla.

Según Ruiz, (2013), pocos productores prestan atención al daño que el viento que causa al cultivo, fijándose solo cuando el viento llega al extremo de quebrar ramas y tallos. Pero los daños causados por el viento comienzan mucho antes. Entre otras cosas el viento aumenta la tasa de respiración ocasionando que la planta gaste energía que hubiera utilizado para la producción.



Cultivo de alfalfa con malezas

Hay información que establece que la planta puede llegar a bajar su rendimiento hasta un 35% por causa del viento cuando todavía no hay daño mecánico en la planta. Cuando la planta presenta lesiones se tiene el riesgo de infección de enfermedades que pueden acabar el cultivo en su totalidad.

5.10. Protección de animales

Instalación de cercos

Pérez V. (2009), menciona que la instalación de cercos es una practica muy importante de recuperación de praderas bastante difundidas, que ha dado buenos resultados. Consiste en crear un área de pastizal con la utilización de diferentes materiales (piedra, tepe, alambre).

- ✓ Cercos de piedra
- ✓ Cercos de tepe
- ✓ Cercos de alambre



Aplicación de bioles

5.11. Fertilización complementaria

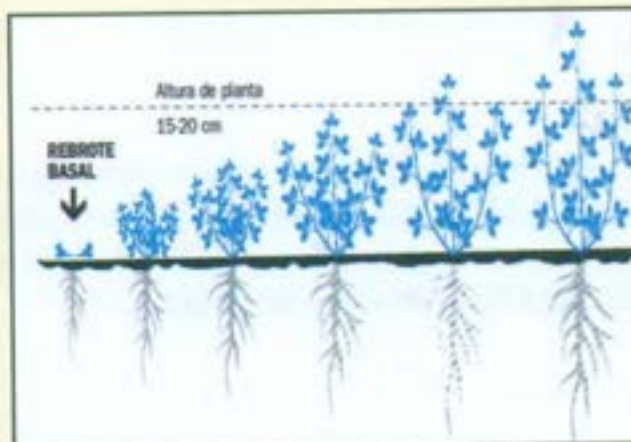
La fertilización complementaria se puede realizar de diferentes tipos desde los sólidos químicos, sólidos orgánicos y guano de animales (estiércol de ovino, estiércol de bovino, estiércol de gallina). Los líquidos como los (bioles, te de estiércol, pueden ser usados como complementos una establecido el cultivo de alfalfa con la aplicación de estos productos (Coparicona 2013).

5.11.1. Cortes por año

Cortar o pastorear entre el botón floral y floración temprana. No antes por que produce estrés en la alfalfa no después debido a la pérdida del valor nutritivo o calidad.

- a) Para realizar la cosecha (corte o pastoreo) es clave entender cómo crece la planta de alfalfa

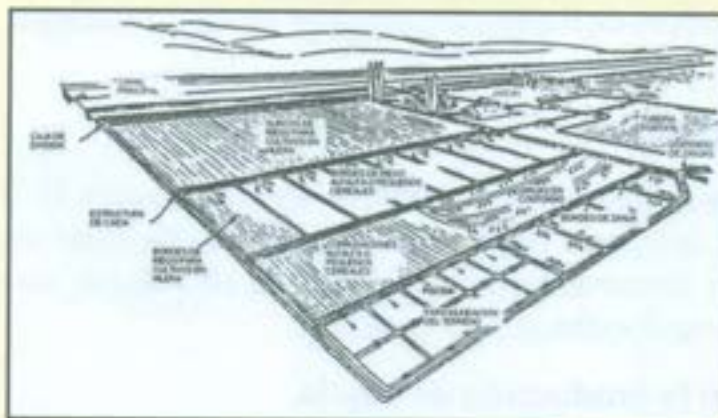
Los standares establecidos, durante las dos primeras semanas a los 15 primeros cm de crecimiento, toman nutrientes de las raíces. Cuando superan los 15 cm de crecimiento las hojas superiores están en condiciones de producir suficiente energía para sustentarse



Altura ideal de corte

a sí mismas y enviar nutrientes de vuelta a la raíz donde se almacenan. Cuando las pantas alcanzan la etapa de botón floral, habrán almacenado fotoasimilado suficientes para el sustento de la planta, rebrote y supervivencia invernal los cortes continuos antes de la etapa de botón floral agotaran las reservas de las raíces, debilitando la planta y matándola. Cosechar pasada la floración completa también agotara las reservas de alimento ya que la planta comienza a fijar las semillas y empieza a rebrotar.

5.12. Riego superficial en el establecimiento del cultivo de alfalfa



El más común y utilizado sistema de aplicación de agua de riego es el de inundar la superficie del terreno. Los métodos superficiales incluyen, la inundación, donde el agua es suministrada sin control al área de cultivo, y la aplicación del agua controlada por medio de melgas, diques o bordas en contornos, y surcos (figura 1.2). En inundaciones no controladas, el agua se esparce sobre

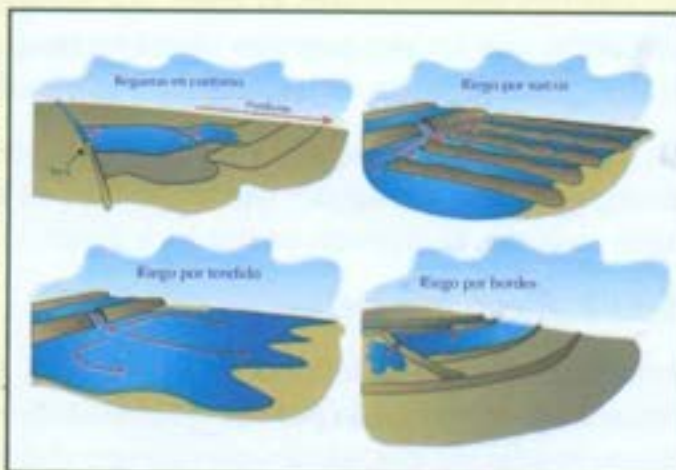
la superficie siguiendo la pendiente natural del terreno, las eficiencias de aplicación y del uso del agua son bajas, este método solo se justifica donde el costo del agua es muy bajo y es usado en cultivos de relativo bajo valor comercial como pastos.

5.12.1. Riego de barbecho o remojo del suelo

Este riego consiste en humedecer el suelo con el objetivo principal de facilitar la labranza inicial del mismo.

5.12.2. Riego de germinación

Aquino (2004), señala el riego de germinación se realiza inmediatamente después de la siembra, este debe estar ligero y aplicarse lentamente para evitar el arrastre de semilla, con caudal no erosivo de 1.5 l/seg 100 m² de terreno y una lamina de 10 a 12 cm de profundidad, 7 días después se debe aplicar un riego ligero para lograr una germinación uniforme de la semilla y el desarrollo de la planta en su nacencia.



Sistema de riego tradicional

Los problemas más comunes que se puede observar durante este periodo si el suelo esta uniforme la distribución del agua no es uniforme y por lo tanto la germinación es dispareja este riego debe ser más frecuente para evitar los encostramiento y estos sufran de humedad.

5.12.3. Riego al cultivo en desarrollo y crecimiento

Estos riegos son efectuados al transcurrido de su establecimiento de manera que satisfaga sus requerimientos hídricos en cantidad suficiente para su crecimiento. Estos riegos se aplican en el periodo de 15 a 20 días dependiendo el tipo de suelo antes del corte. Es importante recalcar que si hay exceso de humedad, aparecen las enfermedades, y provocan muertes de las plántulas

5.12.4. Riegos después del corte o pastoreo

Estos riegos son efectuados después del primer corte o pastoreo en los periodos 15 a 20 días dependiendo del tipo del suelo aplicando riego entre 20 a 30 días después de cada corte hasta la recuperación y de su desarrollo, con una lamina de 10 a 15 cm, con el propósito de mojar el suelo hasta una profundidad de un metro.

5.13. Métodos de riego utilizados en la producción de alfalfa

- Riego tradicional parcelario

Aranda (1999), señala al riego tradicional parcelario como aquella agua suministrada en una cantidad definida para satisfacer las necesidades de los cultivos, cuyo uso a nivel parcela, está condicionado en gran medida por la especialización de los agricultores, su experiencia o saber local, sus costumbres y actitudes tradicionales.

5.13.1. Riego por melgas, platabandas o bordos

En muchas circunstancias el riego por melgas es visto como una expansión del riego por pozas que incluye parcelas largas rectangulares, con pendiente longitudinal pero no lateral, y condiciones de drenaje libre al pie de la parcela.

El agua se aplica a melgas individuales a partir de la cabecera del campo y utiliza la energía cinética del agua y las diferencias en elevación para cubrir el campo. Cuando el agua se corta, la recesión se produce desde el extremo superior hacia el pie.

5.13.2. Riego por melgas en surcos

Para el empleo de este método se divide el área a regar en fajas de terreno de forma rectangular delimitadas por camellones de tierra de escasa altura. El ancho de estas fajas denominadas melgas, varía según pendientes entre 5-20 m y la longitud entre 100-400 m.

El agua fluye cubriendo íntegramente el área a regar con una delgada lámina de agua, entre 5 y 15 cm, definiendo así un cauce muy ancho, delimitado por camellones de escasa altura.

Se emplea para cultivos de una gran densidad de siembra o sea los cereales y forrajes (maíz, sorgo, pastos, soya.). El terreno debe ser plano. Se requiere un gran volumen de agua.

La pendiente en sentido transversal debe ser cero y longitudinal entre 0,1 - 0,5 %, siendo la óptima 0,2% y la máxima 1,5%. La altura de los bordos debe ser igual a la suma de la lámina de agua más el bordo libre (5-10 cm) para un total de 20 cm, con taludes 3:1 a 6:1.

Ventajas

- ✓ Alta eficiencia de aplicación con buen proyecto y operación, independiente del tipo de suelo.
- ✓ Eficiente en el uso de la mano de obra durante el riego.
- ✓ Bajos costos de mantenimiento.
- ✓ Buen control sobre el agua de riego.

Limitaciones y o desventajas

- ✓ Se requieren relativamente grandes caudales.
- ✓ Los suelos poco profundos no pueden ser nivelados económicamente.

5.13.3. Riego por cajetas en surcos

Surcos y lomos son particularmente utilizados en cultivos que requieren una buena aireación. Las plantas crecen en el lomo y el agua fluye en los surcos adyacentes de donde se infiltra hacia la zona de raíces y queda disponible. La variable crítica del diseño de riego por surcos es la longitud del surco, si el surco es muy largo, el tiempo de aplicación del agua debe incrementarse para permitir el tiempo de infiltración en los tramos finales, lo cual resulta en altas pérdidas de agua en la cabecera



Sistema de riego tecnificado

de los surcos. Si los surcos son demasiado cortos, se incrementará la escorrentía al final del surco principalmente por el pequeño tiempo de oportunidad de infiltración.

En las aplicaciones controladas de agua, esta se hace fluir en una dirección deseada controlando la pendiente del terreno. En el riego por melgas, el terreno es dividido en pequeñas unidades construyendo bordas o diques los cuales permiten la inundación. La aplicación del agua de riego se realiza comenzando por la melga más cerca al canal que suministra el agua, después, esta se pasa de melga en melga, cuando todas las melgas están llenas a un cierto nivel, el flujo del agua es cortado a la entrada. El riego por melgas podría ser la respuesta lógica a un patrón de suministro de agua desde un sistema de conducción que no es regulable, y como resultado, el agricultor almacena tanta agua como sea posible durante cada turno de riego. Las melgas son utilizadas en cultivos que toleran inundaciones, tales como el arroz, donde la inundación ayuda adicionalmente a controlar las malezas. Una inadecuada nivelación del terreno necesitará la conformación de pequeñas melgas.

5.14. Rendimiento de la alfalfa bajo riego

En la Estación Experimental Huayrocondo en el año 1990, en estudio de rendimiento con riego por inundación y a secano se probaron los cultivares: Moapa, Ranger, Bol 2000 (proveniente de CCE), Vela, Riviera (provenientes de USA), con los siguientes rendimientos.

Cuadro 11 Rendimiento de materia seca de variedades de alfalfa en la zona de Pucarani

Cultivares	Rendimiento tn/ha Riego	Rendimiento tn/ha Secano
Moapa	6,2	4,4
Ranger	5,7	4,6
Bol 2000	5,6	4,4
Vela	5,2	4,6
Riviera	4,5	3,9

Fuente: SEFO – SAM (1990)

5.15. Pastoreo continuo

Berlijn (1996), señala que en este sistema el ganado es colocado en una pastura y se mantiene en ella, por este sistema el animal tiene libre acceso a todas las partes del campo y no se hacen previsiones de descanso del cultivo.

En el pastoreo continuo se produce casi siempre un pastoreo selectivo, el animal tiene la oportunidad de elegir prácticamente cada bocado que consume. Esto es más notorio cuando la presión de pastoreo no es tan excesiva, este pastoreo selectivo tiene una mayor respuesta individual del animal al elegir selecciona las plantas forrajeras de mayor calidad.



Pastoreo sin control

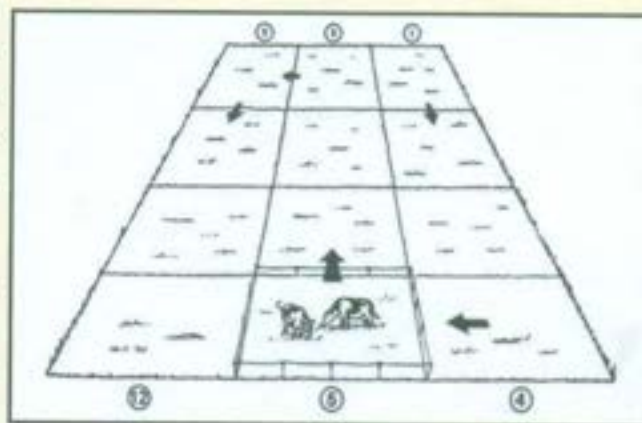
Sin embargo, si la presión de pastoreo excede la capacidad de carga de la pastura, se disminuye la oportunidad de la selección y el animal vuelve a pastorear la misma planta con mayor frecuencia. Así se entra en una situación de sobre pastoreo este hecho no solamente deteriora la producción animal, sino también el cultivo forrajero.

Los cultivos que se adaptan a este sistema de pastoreo continuo son aquellos de porte rastrero.

5.16. Pastoreo rotativo

El sistema de pastoreo rotativo se basa en el principio de cambiar el ganado de una subunidad de pastura a otra, a intervalos definidos. Es un sistema intensivo que se adaptan bien a cultivos forrajeros como la alfalfa.

La intensidad del sistema del número de subunidades en la cual se divide la pastura, es decir a medida que el número de subunidades sea mayor, el número de días de reposo por sub unidad disminuye.



Pastoreo planificado

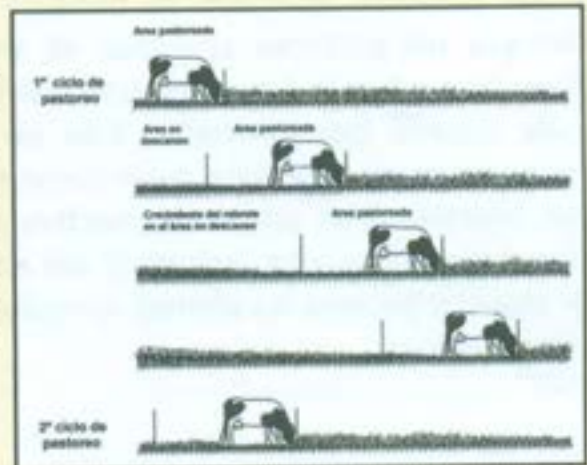
5.17. Pastoreo cero

En este sistema los animales no tienen acceso directo al cultivo de alfalfa. Este sistema consiste en cosechar el forraje del campo y llevarlo donde el ganado para su alimentación, puede ser con el corte y el picado verde como la desecación parcial para ser suministrado a los animales.

Una de las ventajas de este sistema es que produce un menor desperdicio de la alfalfa.

5.18. Pastoreo por estacas

Consiste en fijar a cada animal a una estaca clavada en el suelo por medio de una cuerda a la pradera mejorada suficiente por medio de una cuerda a la parcela de alfalfa suficiente para alimentar al animal. Además el pastoreo es uniforme con baja selectividad del animal, en este sistema produce rendimientos más elevado que el pastoreo rotacional.



Planificación del pastoreo

CAPITULO VI

REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE LA ALFALFA

6. Requerimientos climáticos para el cultivo de la alfalfa

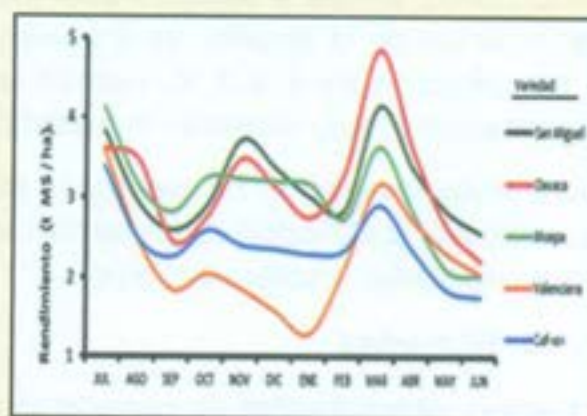
6.1. Clima

Según Alarcón (2012), la alfalfa se desarrolla bien en climas secos, en climas húmedos y templados puede establecerse pero su producción está determinada por la infestación de enfermedades fúngicas. No se adapta a climas subtropicales y tropicales húmedos.

6.1.1. Radiación solar

Rendimiento de materia seca, variedades de alfalfa

Brown et al. (1977), citado por Alarcón (2012), señala que los fotoperiodos cortos limitan el desarrollo de la parte aérea, la absorción de CO_2 para la fotosíntesis y el rendimiento de materia seca.



Rendimientos de materia seca del cultivo de alfalfa

6.1.2. Luminosidad

Según Delgado et al. (2005), menos horas luz disminuye la floración o la alfalfa no florece, Basigalup (2014), señala para la producción de semilla de alfalfa se requieren días largos con catorce horas de luz como mínimo.

6.1.3. Altitud

Alarcón (2012), indica que la alfalfa se adapta a diferentes condiciones climáticas, como la accesión brasilera Crioula cultivada en altitudes menores a los 1200 msnm.

En la zona alto andina por encima de los 4100 msnm., la alfalfa puede desarrollarse en lugares con acceso al agua, con una precipitación en la zona entre 400 a 800 mm.

En altitudes menores a 4100 msnm, en zonas con acceso al agua, precipitación de la zona entre 300 a 600 mm.

En altitudes entre 1800 a 4000 msnm, (valle y subtropico) en zonas con acceso a agua, precipitación entre 300 a 600 mm.

Las alfalfas dormantes son especies de gran adaptabilidad, se desarrollan desde los 3750 hasta los 4250 m.s.n.m, (estos últimos en parcelas protegidas), con precipitaciones entre 400 – 800 mm por año.

6.1.4. Temperatura

Según Alarcón (2012), la alfalfa soporta temperaturas extremas, encontrándose genotipos de flores amarillas de *M. sativa* sp. *falcata*, que pueden sobrevivir hasta -64°C , y algunas variedades comerciales que soportan temperaturas alrededor de 48°C en el distrito de Río Colorado, Baja California.

La semilla de alfalfa germina entre $2-3^{\circ}\text{C}$, a medida que se incrementa la temperatura la germinación es más rápida, con temperaturas superiores a 38°C las plántulas mueren, existen variedades que resisten hasta -10°C . La temperatura media anual esta alrededor de 15°C , siendo el rango óptimo entre $18-28^{\circ}\text{C}$ dependiendo de la variedad de alfalfa.

Pozo (1983), señala a temperaturas menores a 10°C y mayores a 35°C afecta la germinación de la semilla, sin embargo la semilla de la alfalfa comienza a germinar a temperaturas de 2 a 3°C , cuando la humedad y temperatura son adecuadas. La germinación es más rápida en la medida que se incrementa la temperatura.

Durante los meses fríos de invierno la alfalfa detiene su crecimiento (dormancia), hasta que se inicia la elevación de las temperaturas, característica de la primavera, momento en que la planta empieza a rebrotar.

6.1.5. Humedad

La alfalfa generalmente es considerada como una planta resistente a la sequía, sin embargo no significa que no requiera agua para su desarrollo y producción. La alfalfa no resiste el encharcamiento por periodos largos, reduce los rendimientos y la planta muere por deficiencia de oxígeno.

6.1.5.1. Humedad relativa

La alfalfa no soporta humedad relativa alta, se desarrolla mejor con un rango de 27 a 48% (Alarcón, 2012).

6.2. Requerimientos físicos para el cultivo de la alfalfa

6.2.1. Tipo de suelo

Las características del suelo donde se va a cultivar alfalfa, influye directamente en la cantidad y calidad del forraje. Preferentemente se requieren suelos con textura franco arcilloso, franco limoso y franco arenoso, con una buena circulación de humedad, aire, y buena capacidad de retención de agua.



Suelo con problemas de anegamiento

Cuando existe limitantes en el perfil del suelo, la alfalfa no manifiesta su potencial productivo, entre las limitantes de tipo mecánico están: horizontes de textura arenosa, muy superficiales, o pedregosos; limitantes de tipo físico: falta de aireación, compactación, exceso de humedad, saturación de agua temporal por la napa freática; entre las limitantes de tipo químico: acidez del suelo, salinidad elevada y otros. Estos factores también afectan la persistencia de la alfalfa cuando las plantas están imposibilitadas de acumular reservas necesarias para el rebrote.



Suelo superficiales y formado en lecho de río



Suelo arcillosa

La alfalfa es una planta muy sensible al anegamiento, sobre todo a aguas estancadas. Esto limita la oxigenación a nivel radicular provocando los mayores daños en estado de plántula. No se recomienda sembrar en suelos muy arcillosos, suelos poco profundos con una napa freática muy fluctuante cercana a la superficie.

6.2.2. Estructura del suelo



Estructura granular

La estructura del suelo es determinante en la circulación tanto de aire y agua a través de todo el perfil del suelo, por lo que la alfalfa se desarrolla mejor en suelos con estructura granular e incluso en suelos con estructura en bloques.

Suelos profundos, homogéneos, bien drenados, buena estructura, generan un equilibrio de circulación de agua, aire, retención de humedad y facilitan la penetración de raíces. Alarcón (2012), señala evitar la compactación del suelo, caso contrario es necesario subsolar el suelo a una profundidad mayor a 50 cm. Según Quisbert (1997), en parcelas subsoladas a diferentes profundidades, los rendimientos y la calidad de alfalfa mejoraron. El roturado en parcelas establecidas combinadas con riego mejora la producción de alfalfa (Tazola, 2007).

6.2.3. Textura del suelo

La alfalfa desarrolla mejor en suelos de textura media a franca con pendiente moderada, según Morales (2013), la alfalfa requiere suelos de textura liviana a intermedia. Alarcón (2012), recomienda para el cultivo de la alfalfa suelos de textura ligeramente arcillosa. Basigalup (2014), señala que se requieren suelos permeables de textura media, como suelos arcillosos, arcillo limosos, franco arcillo limoso, arenoso, desde suelos arenosos a arcillosos (Orloff et al 2007).



Textura del suelo

Orloff et al. (2007), señala la importancia de la textura, en la retención de la humedad, la velocidad de infiltración del agua de riego a través de todo el perfil, y la disponibilidad

de nutrientes, por lo que las texturas franco arenosa, franco limosas, y franco arcillosas son las recomendables, una textura adecuada genera un buen drenaje de agua y evita la concentración de sales.

6.2.4. Profundidad del suelo

Por sus características morfológicas y fisiológicas la alfalfa requiere un suelo bien drenado y profundo, una estructura con buena circulación y drenado del exceso de humedad. García (1984), señala que las parcelas destinadas al cultivo de la alfalfa deben contar con suelos profundos, que no se encharquen en invierno.

La alfalfa requiere suelos profundos y bien drenados, aunque se cultiva en una amplia variabilidad de suelos. Los suelos con menos de 60 cm de profundidad no son aconsejables para la alfalfa, según Basigalup (2014), los mejores suelos deben ser mayor o igual a 1,5 m, según Martínez (1998), el suelo debe ser profundo para un desarrollo radicular. Orloff et al. (2007), señala que la profundidad del suelo influye en el almacenamiento de agua y nutrientes y este no debe ser menor a 1,2 m, no debe existir presencia de capas duras (hardpans, claypans, sand, gravel) que impidan el desarrollo radicular de la alfalfa y que puede alcanzar profundidades de 1,8 a 3,6 m.



Profundidad adecuada del suelo

6.2.5. Requerimientos químicos para el cultivo de la alfalfa (según al pH del suelo)

La importancia de establecer rangos de pH adecuados es fundamental en la producción de la alfalfa, ya que está directamente relacionada con la asimilación de nutrientes



Disponibilidad de nutrientes según al pH

(CIC. capacidad de intercambio de cationes), y generar un ambiente adecuado para los microorganismos del suelo y las bacterias del género *Rizhobium*, los encargados de la nodulación para la fijación del nitrógeno atmosférico.

Para un buen desarrollo de la alfalfa Forratec (2008), recomienda que el pH debe estar en un rango de 6,5 a 7,5, solo en el proceso de germinación se puede trabajar hasta un pH de 4, el pH tiene un efecto directo en la nodulación, la bacteria del género *Rhizobium meliloti* es una especie neutrófila que por debajo de un pH 5, la bacteria deja de reproducirse.

La alfalfa se desarrolla en suelos alcalinos por encima de 6, suelos con pH de 5,5 no son recomendables para su siembra, concordando con Alarcón (2012), que establece un rango de 7,2 a 7,5. Otros autores concuerdan valores entre 5,5 - 6,8.

6.3. Requerimiento de nutrientes

6.3.1. Nitrógeno

Una potencialidad del cultivo de la alfalfa es la formación de nódulos en sus raíces, debido a la simbiosis con bacterias del género *rhizobium*, esta asociación genera la incorporación de nitrógeno al suelo (fijación de N_2), lo que caracteriza comúnmente a la alfalfa como forraje que no requiere fertilización nitrogenada.



Deficiencia de Nitrógeno en alfalfa

Según Arenas, el nitrógeno interviene directamente en el crecimiento de las plantas, es el componente principal sin embargo en exceso produce el acame de las plantas.

Becker, recomienda un abonado de 20 kg de Nitrógeno por hectárea en la etapa de establecimiento, Muslera (1984), mencionado por Alarcón (2012), concuerdan con el requerimiento en esta etapa, por encima de esta dosis puede inhibir la formación de nódulos. Se han establecido experiencias de aplicar 2 a 3 qq de fosfato di-amónico durante la preparación del suelo. Espinoza, señala aportar con 40 kg de Nitrógeno en el momento de la siembra, posteriores aplicaciones pueden provocar desarrollo de malezas y pastos generando competencia con el cultivo de

la alfalfa.

Andia (2006), recomienda 20 kg de Nitrógeno al momento de la preparación del suelo, o de tres a cinco toneladas de estiércol, según Martínez (1998), el cultivo de alfalfa no requiere nitrógeno y no recomienda el aporte de purines ni estiércoles por que inhibe el crecimiento de raíces y el desarrollo de malezas.

Según Alarcón (2012), la deficiencia de nitrógeno produce amarillamiento de hojas, reduciendo el crecimiento. Arenas año, señala que la planta crece débil con una clorosis uniforme de la hoja y las hojas viejas se marchitan.

6.3.1.2. Sinergismo

Según Arenas, el Nitrógeno presenta un sinergismo con el azufre, fósforo y magnesio, la disponibilidad de estos nutrientes favorece la asimilación del nitrógeno.

6.3.1.3. Fijación de nitrógeno

Arenas año, señala que la alfalfa fija 194 kg de nitrógeno anualmente frente a la haba con 130 kg, y trébol rojo con 114 kg.

6.3.2. Fosforo

El fósforo es el segundo elemento en importancia para la nutrición mineral de todas las plantas, en el cultivo de la alfalfa favorece al desarrollo radicular y la formación de flores, por su poca movilidad se recomienda aplicarlo lo más próximo a la raíz, interviene en la formación de proteínas además de conferir rusticidad a las plantas.

Según Espinoza, para un buen enraizamiento de alfalfa juntamente con la fertilización de nitrógeno, se puede adicionar 90 kg de fósforo por hectárea, y una dosis similar en etapa de producción. Martínez (1998), recomienda una fertilización con fósforo de 150 kg/ha. Churquina (1995) con niveles entre 40 y 60 kg/ha e inoculación de cepas BEL, VIA, los rendimientos se incrementaron de 356,5 a 568,7 kg de materia seca por hectárea. Con un aporte de 25 ppm de fósforo y riego el rendimiento de alfalfa se incrementa en un 29% (Tazola, 2007)

Con niveles de 5-10 ppm de fósforo en el suelo, se recomienda un aporte de 180 kg de fósforo por hectárea, y con niveles menores a 5 ppm de fósforo, se debe aportar dosis de 200 kg/ha., (García 1984), recomienda para 10 ppm de fósforo en el suelo un aporte de 100 kg de fósforo/ha.

Según Arenas, en el establecimiento del cultivo la alfalfa solo aprovecha el 20% de fosforo, el 80% restante durante los 3 o 4 años, Al-Amoodi (2011), recomienda una aplicación de 50 kg de fósforo/ha.

Alarcón (2012), señala que un déficit de fósforo ocasiona plantas raquíticas, hojas oscuras a veces arosetadas. Arenas, acota que influye en la maduración tardía de los frutos y hojas oscuras,

6.3.2.1. Antagonismo del fosforo

Arenas año, señala que el fósforo con el calcio al mezclarse forman compuestos insolubles.



Deficiencia de calcio en la alfalfa

Forratec (2008), un contenido de 150 ppm de potasio requiere un abonado de 200 kg/ha. Martínez (1998), recomienda un abonado de 200 kg/ha. Al-Amoodi (2011), recomienda 400 kg de fosforo/ha.

Según Arenas, la deficiencia de potasio ocasiona manchas blancas, amarillas o pardas en las hojas, necrosis en los bordes y tallos finos delgados. Alarcón (2012), señala que la deficiencia de potasio reduce la resistencia a enfermedades.

6.3.3. Potasio

El potasio constituye el tercer elemento en importancia para la nutrición de las plantas, Arenas, señala que el potasio coadyuva en la resistencia de los tallos, enfermedades y semillas.

Se debe abonar con 75 kg de potasio cuando el suelo tiene un contenido entre 75 a 125 ppm, y si el contenido está entre 40 y 75 ppm se debe abonar con 125 kg/ha. Según

6.3.4. Otros Nutrientes

Castro (1998) señala, que con la adición de 1 t/ha de cal/ha, el rendimiento de la alfalfa se incrementa en un 13%.

Al-Amoodi (2011), recomienda aplicar Boro con un nivel de 3 kg/ha, y azufre entre 20-40 kg/ha.

6.4. Salinidad

El cultivo de la alfalfa es muy sensible a la salinidad, donde el incremento de sales induce a desequilibrios entre la raíz y la parte aérea. Espinoza, señala que la alfalfa es medianamente tolerante a la salinidad del suelo, y menos tolerante en la etapa de nacencia.



Suelo con afloramientos de sales

6.5. Disponibilidad de agua para el cultivo de alfalfa (bajo riego)

Según Alarcón (2012), la alfalfa en climas secos puede desarrollarse con sistemas de riego, con una lámina de riego alrededor de 1,65 metros por año. Delgado et al. (2005), señala que al alfalfa requiere 840 litros para producir un kilo de materia seca y 8820 m³ de agua/ha/año, estimando una eficiencia de riego del 75% con una producción de 14000 kg de heno. Atahuachi (2001), menciona que parcelas de alfalfa bajo riego la materia seca se incremento en un 24%.

Tazola (2007), con una lámina de 32 mm/semana a una profundidad de 30 cm en el cultivo de la alfalfa asociada a con festuca alta, el rendimiento se incremento de 2,81 a 10,4 toneladas de materia seca/ha. El rendimiento con riego por inundación se incrementa en un 42% en comparación con riego por aspersión que alcanza un incremento de 176 y 187% (Mendoza 2004). Según Tarqui (2005), con aplicación de riego por aspersión se obtuvo un rendimiento de 6494.99 kg de materia seca.

Guía de falta de nutrientes



Fuente: Ghyna Lienza, 2014

CAPITULO VII

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHERA

7. Estado actual del sistema de producción lechera

La situación actual de producción lechera en del municipio de Pucarani, emplea un sistema de manejo del hato semi-estabulado, este sistema requiere de un espacio mayor que al número de ganado lechero. La inversión en instalación, equipos y maquinaria son menores que del sistema estabulado.

La dependencia de este sistema empleado en el municipio establece un control mayor en cuanto a calidad y cantidad de consumo de forraje, el productor campesino adecua el consumo de forraje como el de la alfalfa de acuerdo al tiempo de producción cuando se tiene un excedente de forraje es utilizado para corte y posterior almacenamiento para la época seca o en etapa de forraje verde escasa.



Ganado lechero en Pucarani

Para obtener una producción de leche que garantice la economía del productor es necesario garantizar la producción de forraje durante todo el año (alfalfa, cebada, avena, festuca, pasto ovido y otros), existiendo abundante forraje nutritivo durante la época de lluvias, pero en la época seca es donde los forrajes están secos fibrosos y de baja calidad, lo que es una desventaja debido a las heladas fuertes y sequias que tiene el sector, en cambio el productor ganadero tiende a generar alternativas de producción para la época seca como el almacenamiento de forraje seco como es el caso de henos de alfalfa, cebada y avena, acumuladas en parvas.

Hoy en día los productores ganaderos de la zona cuentan con ganados de alta calidad genética que fueron introducidas de otros sectores como de la zona valluna alta de Cochabamba, Perú. Además de la introducción de ganado mejorado al hato, se practica la inseminación artificial incorporando pajuelas de toros seleccionados que poseen características genéticas altas.



Identificación de un ganado lechero potencial

La alta calidad genética, la adaptación, el escrupuloso manejo de los animales, la salud, los propósitos de una buena comercialización e industrialización pueden estar presentes, pero la sola falta de alimentación genera un impacto negativo a los productores.

7.1. Alimentación

La alimentación del ganado lechero realiza su consumo de forraje verde como la alfalfa, pastos (festuca alta, pasto ovido, raygrass y otros), pero además de estos cultivos también para la etapa seca se produce forraje como la cebada y la avena estos son almacenados en forma de heno y aun se sigue practicado el pastoreo en praderas nativas.



Forrajes

Una alimentación adecuada para el ganado lechero garantiza un rendimiento de producción de leche óptimo, el productor ganadero garantiza su ingreso económico adecuado y rentable, hoy en día no es tan seguro abastecer este rendimiento óptimo de producción, debido a que la alimentación del ganado es menos eficiente porque existe una carga animal excedente en el sector, lo que obliga al productor alquilar más forraje o realizar la compra de alimento balanceado o la compra de insumos como (afrecho, torta de soya, cascarilla de soya, maíz frangollo, sales minerales), por los cuales el productor ganadero prepara una pre-mezcla el cual es

suministrado al ganado para compensar la deficiencia de nutrientes que no abastece con los forrajes.

El proceso se inicia conociendo el valor y costo de los alimentos disponibles en la zona y los productos para internar. Los productos industriales que pudieran utilizarse, las condiciones climáticas que definirán ciertos requerimientos del animal (como mayor o menor energía en la dieta, según las temperaturas del medio), el estado fisiológico en sí mismo del animal (producción, preñez, crecimiento, destete, recuperación, etc.) y buscar el equilibrio entre la mejor ración y la más rentable.

La alimentación de las vacas lecheras es uno de los factores más importantes y delicados porque exigen la mayor precisión posible. La leche es el forraje mas agua convertido y la vaca es el medio por la que se realiza esa transformación. Se debe obtener con la mayor eficiencia, sin cargas metabólicas para el animal pero optimizando y llevando al máximo la rentabilidad obtenida por cada animal en producción.

Además de una alimentación adecuada al ganado lechero depende mucho el suministro de agua, porque es un elemento vital para el ganado, la reducción de un 10 % de agua ocasiona la muerte de los animales, el agua en el cuerpo de los animales desempeña múltiples funciones como: es necesario para la vida y la formación de todas las células del cuerpo, transporta sustancias nutritivas hacia las células del cuerpo, regula la temperatura del cuerpo del animal y participa en los procesos digestivos y metabólicos.



Elemento básico para ganado lechero

7.2. Sanidad Animal

La sanidad animal en el sector lechero del municipio de Pucarani rige un programa de sanidad establecida por las empresas acopiadoras de leche como la Pil, Delicia, Soalpro, Fancesa y otros. Las cuales deben de cumplir de forma obligatoria los socios productores que pertenecen a estas empresas y no así por parte de aquellos productores que generalmente se dedica a la elaboración de quesos y de engorde, estos productores alquilan de forma personal los servicios del veterinario para verificar la sanidad del ganado.

Las empresas que emanan un programa de sanidad a sus socios productores deben de regir los siguientes programas de sanidad:

- o Dosificación del ganado vacuno contra la fasciola hepática; se debe programar dos veces al año, la primera dosificación se debe realizar en el periodo de inicio de lluvias, por los meses de octubre-noviembre, la segunda dosificación se realiza al finalizar el periodo de lluvias, en los meses de abril e inicios de mayo.
- o Aplicación de vitaminas; se debe aplicar para fortalecer las deficiencias de vitaminas que el ganado requiere para su desarrollo, reproducción y producción láctea.
- o Desparasitación externa del ganado; para el control de parásitos externos como insectos chupadores y otros, los cuales si no se los controla pueden causar daños que en lo posterior puede causar el debilitamiento del ganado y la muerte, para el control de estos parásitos se debe programar la desparasitación dos veces al año y en casos extremos hasta que se realice el control de ello, el primer programa de desparasitación se realiza durante la finalización de la época de lluvias y el otro programa son al inicio de la época de lluvias.

o Manejo adecuado en el ordeño, la producción de leche en el sector es el rubro mas importante, pero la calidad de producción depende mucho del manejo del ordeño que se realiza en el hato, cuando el manejo del ordeño es pésimo se ha visto muchos casos de mastitis clínica y subclínica, que son bacterias denominadas escherichia coli, stafilococcus aureus, staphilococcus spp, coryne bacterium bovis, micrococcus albus, stafilococcus uberis, streptococcus disgalactiae, estas bacterias atacan al interior de los cuartos de la ubre, ingresando por el canal, pasando por la esfínter, esta enfermedad es la responsable para que disminuya o baje la cantidad y calidad de la leche que tiene que producir una vaca.



El ordeño

7.2.1. Timpanismo

El timpanismo es la acumulación paulatina de gases que ocurre con la hinchazón de la panza del vacuno u ovino que puede causar la muerte; es el principal problema sanitario de los animales que pastorean sobre la alfalfa.

7.2.2. Control y Prevención del Timpanismo

Para el control y prevención del timpanismo genera casos de pérdida de ganado vacuno y lechero, que los productores ganaderos buscan alternativas como el uso de métodos y recetas caseras que controlen este problema (aceite vegetal, sal, suero fermentado, cerveza fermentada, refrescos y otros), en casos extremos o severos se tiene que realizar la perforación (punzado) en la panza del animal, por el flanco izquierdo con un trocar o un cuchillo.

7.3. Producción de forrajes

La siembra de pasturas de especies perennes se realiza generalmente con altas densidades de semilla de forma tal de asegurar una buena implantación. Esta situación puede determinar condiciones que acentúen la competencia intra-específica del cultivo.

De esta forma al aumentar la producción forrajera podría mejorar la competitividad del cultivo de alfalfa frente a cultivos agrícolas que han tenido un importante crecimiento en la última década y que provocaron desplazamientos de pasturas hacia suelos de menor aptitud. En este sentido es importante comprender cómo las condiciones ambientales y las prácticas de manejo modifican el crecimiento y desarrollo de la alfalfa afectando la producción, calidad nutritiva y persistencia del cultivo.

En la década de los años 1980, se incentivó con el cultivo forrajero. Las siembras de cebada, avena, triticale y alfalfa que se hicieron más extensivas; además se continuaba sembrando con los cultivos de papa, oca, quinua, haba y otros los cuales hoy en día fueron desapareciendo.

Las pasturas se vieron favorecidas por las mejores precipitaciones que continuaron en los años 1990. Esta producción a secano, con grandes riesgos, favoreció la producción de cebada y avena, principalmente. La producción variaba entre 5 y 14 toneladas de materia verde.

También se trabajó con el pasto triticale, que soporta muy bien el frío y la escasa precipitación. Sin embargo, el triticale es de caña muy gruesa y su espiga sumamente áspera, que es dañina y llega a lastimar la boca del ganado. Por todo esto, se prefiere elegir la avena, con mayor proporción de hojas, y con espiga menos dura y áspera que la cebada. La avena tiene un período vegetativo más largo, considerando el período de germinación y hasta un 10% de la floración; posiblemente por esto necesita más agua y en forma más regular. En este período se sembraban entre 100 y 150 hectáreas de cultivos anuales (avena y cebada) y 400 hectáreas de alfalfa.

Los cultivos de alfalfa siempre fueron de alto riesgo. Si el año era bueno y se lograba la implantación, este alfalfar tenía muy buena duración (a veces superior a 10 años; en el Altiplano hubieron alfalfares de 20 años de duración). Opuestamente, a veces que la planta no era cosechada ni pastoreada el primer año, no lograba el vigor suficiente y no retoñaba más.

La duración del alfalfar depende del cuidado. Las ovejas, con su casco pequeño causan más daño que las vacas; éstas no pueden pastorear en alfalfares de menos de 8 cm. de altura. La variedad usada con mayor éxito en el municipio de Pucarani fue la Ranger Americana. De esta especie era más difícil conseguir la semilla certificada. Con las variedades procedentes de Cochabamba como la Riviera y Bolivia no se consiguieron buenos resultados.

La producción de alfalfa Ranger en el Altiplano es solo para pastoreo, a no ser que se disponga de riego. En el primer caso, se pueden realizar entre una y tres pasadas por año de ganado bovino; con riego se puede lograr otro corte y medio, o aun dos cortes.

Se optó realizar siembras de alfalfa mezcladas con gramíneas (cola de ratón, Festuca alta, pasto ovillo u otra) para bajar la incidencia de meteorismo y mejorar la calidad de la mezcla por el mayor contenido de proteína de la leguminosa o asociado es más recomendable en el sector.



Agua para ganado lechero

7.4. Sanidad vegetal

La incidencia de plagas y enfermedades es cada vez mas frecuente debido a los cambios que se generan en la zona, debido a esto la sanidad de los forrajes se ve afectada por plagas y enfermedades que no son tan comunes.



Alfalfa con malezas

plagas el pensamiento del productor es la solución directa con el uso de agroquímicos, que su uso genera daños indirectos que el químico a ser usado causaría al ganado y a la rentabilidad por las cuales le sostiene al productor.

Es el caso de los chinches, los cuales al pasar el tiempo fueron estableciéndose poblaciones mayores los cuales son muy difíciles de controlar, otro caso es de los Aphidos, estas se muestran en parcelas de cultivos como el de la alfalfa, cebada. Este tipo de plagas perjudican de gran manera primero el cultivo y posteriormente la sanidad del animal que lo consume.

Además de esto el más perjudicado es el productor que no sabe como controlar estas

7.5. Producción lechera

La producción lechera en el municipio de Pucarani establecida dentro del cordón lechero de la zona permitió aumentar la población de ganado mejorado como la expansión de la siembra de cultivos forrajeros de buena calidad, el sector ha ido adquiriendo mayor

importancia a la producción de leche, no solamente por el ingreso económico que representa de gran manera a las familias campesinas, sino por el alto valor nutritivo de la leche en la alimentación humana.

Alimentación:

- Forrajes (la base!!!)
- Concentrados y/o subproductos
- Ración (apropiada)

Manejo sanitario:

- Recría
- Higiene
- Vacunación
- Prevención

Condiciones:

- Aire y sombra
- Agua fresca
- Techos inclinados y altos



Condiciones para la producción lechera

Para alcanzar altos rendimientos de producción de leche se deben considerar aspectos importantes que se constituyen en pilares básicos del manejo de ganado lechero como: la alimentación, sanidad, mejoramiento genético, manejo e

infraestructura. De los aspectos señalados la alimentación se constituye en uno de los pilares más importantes para alcanzar elevados niveles de producción de leche.

La producción de leche en nuestro medio esta sujeta a la producción de forrajes, existiendo abundante forraje nutritivo durante la época de lluvias, en comparación a la época seca, donde los forrajes están secos, fibrosos y de baja calidad, por lo cual el productor campesino para garantizar una buena producción de leche sin variaciones durante el año, permite generar reservas de forraje durante la época de lluvias acumulando el excedente forrajero, esta debe de ser almacenada en forma de heno principalmente.

Por ello el ganado de razas mejoradas introducidos (con altos niveles de producción de leche) al municipio es cada vez mayor, este tipo de ganado es mas exigente en cuanto a calidad y cantidad alimenticia, por ser vacas altamente eficientes en transformar los alimentos en leche, de ahí la importancia de contar con alimentos de calidad durante el año.

El desarrollo de la producción ganadera tiene mucha importancia para la fertilidad del suelo, es indispensable utilizar estiércol para mejorar el rendimiento de los cultivos (papa, granos) y aumentar en general la producción de estos suelos, actualmente la mayor parte del estiércol de vaca es utilizado como leña o combustible, pero la cantidad de ganado es suficiente como para utilizar en el mejoramiento del suelo.

¿La vaca ideal para Bolivia?

No existe!!!

Depende de:

- la capacidad ganadero(a)
- objetivo del ganadero(a)
- condiciones (clima local, instalaciones, etc.)

Uniformidad rebaño

Encaste da heterosis temporal (hasta 12 %)

No solo pensar en razas o en % de razas!!

Clasificar vacas y seleccionar toro apropiado



Vaca ideal para el lugar del Altiplano Norte

La explotación lechera y de engorde del ganado vacuno en el municipio de Pucarani se caracteriza por desarrollarse en predios pequeños con mano de obra familiar, siendo la principal fuente de ingresos para las familias del área rural. En esta perspectiva, la leche ha provisto de recursos familiares para la sostenibilidad y el mejoramiento de las viviendas, manutención familiar, los gastos de salud, educación a todos los niveles y ha contribuido al desarrollo de otros sectores de la economía como el comercio, el transporte y otros.

7.5.1. Calidad

La calidad de la producción lechera en el municipio se ha establecido fuertemente debido a las exigencias de las empresas acopiadoras de leche, por ello los productores socios de estas empresas, para fortalecer en este aspecto se han capacitado mediante talleres de capacitación por las cuales fueron realizadas por las mismas empresas acopiadoras de leche.

La producción de leche por la calidad de sus productos, presenta niveles de competitividad en los mercados de El Alto y La Paz, sin embargo, se ve afectada por los

costos de producción debido a los relativos niveles de productividad de los predios y la poca incorporación de mejoras tecnológicas de manera integral.

7.5.2. Tenencia de Ganado



Tenencia de ganado

La tenencia de ganado en el ámbito familiar depende de varios factores: superficie de terreno, tipo de pasto y/o cultivo, herencia y recursos económicos, estos factores incidirán a que la familia cuente con mayor o menor tipo y número de ganado.

En la zona norte, predomina el ganado ovino, camélido, vacuno y porcino, en promedio cada familia cuenta con 29 cabezas, considerando que algunas familias tienen

hasta 150 cabezas de ovino y unos 40 camélidos en la parte más alta es decir, en las comunidades de Condoriri, Litoral y Villa Andino, debido a que cada familia cuenta con extensiones grandes de pastizal.

En la zona centro se destaca por el ganado vacuno criollo y semi mejorado (Holstein y Pardo Suizo), en promedio cada familia cuenta con 9 cabezas, algunas familias cuentan con 15 y otras con 5 cabezas, lo que caracteriza a la zona productora de leche, comercializando a las empresas de PIL ANDINA, DELIZIA, SOALPRO, FANCESA. En la zona existen 38 módulos lecheros asociados a APLEPLAN y APLE OP.

En la zona sur, la tenencia de ganado es de 10 cabezas y el cantón Cohana es la que cuenta con mayor ganado, algunas familias cuentan con 30 cabezas para engorde y producción de queso.

7.5.3. Productos y subproductos

La obtención de productos y subproductos varía entre zonas y de productor, considerando una variable importante en la obtención de más productos es la tenencia de ganado vacuno y la zona donde vive el productor.



Condiciones de la calidad de leche

La zona norte su producción es destinada mayormente para la leche y queso, del mismo modo, en la zona centro su producción es mayor la cantidad de producción de leche, considerando que en esta zona se encuentran 14 módulos de la organización de APLEPLAN con una producción aproximada de 14,000

litros / día y de los 12 módulos de la organización APLE OP con una producción de 4,000 litros / día.

La zona sur, su producción se caracteriza por la obtención de leche, carne y queso, tomando en cuenta en esta zona existen 12 módulos lecheros asociados a APLEPLAN, en su mayoría son nuevos módulos, otro grupo de productores tienden a la práctica del engorde que es característico del sector Cohana. Y finalmente, los productores de esta zona son especialistas en la producción de queso por el tipo de ganado con el que cuentan.

7.6. Aspectos sociales

Las comunidades pertenecientes al municipio de Pucarani, rigen una serie de cargos sindicales los cuales directamente son sometidos a ejercer por los terrenos que ellos tienen y manejan dentro su comunidad, el número de dirigentes comunales depende mucho de la cantidad de personas afiliadas en la comunidad, en comunidades con mayor número de personas afiliadas cumplen con las carteras: Secretario general, secretario de relaciones, secretario de actas, secretario de justicia, secretario de hacienda, secretario de deportes, secretario de campo, secretario de agricultura, secretario de ganadería, primer, segundo y tercer vocal, en cambio en las comunidades con menor número de afiliados generalmente solo disponen de seis dirigentes los cuales están conformadas por: secretario general, secretario de relaciones, secretario de justicia, secretario de actas, secretario de hacienda y secretario vocal.



Reunión comunal

7.7. Tenencia de la tierra

La tenencia de tierra a nivel comunal difiere entre comunidades y cantones, las comunidades de los cantones Huayna Potosí, Vilaque y Patamanta son los que más extensión de tierras tienen en relación al resto de las comunidades, que estos terrenos en su mayoría son sólo pastizales y existen también zonas que no se pueden aprovechar considerando que se encuentran en la altura (altiplano). Por otro lado, el promedio de tenencia de tierras del cantón es de 20 a 40 hectáreas por familia. A diferencia del resto de los cantones que su superficie es menor, en promedio se cuenta con 5 a 15 hectáreas por familia

Sobre la base de las boletas de encuesta familiar, comunal, información cartográfica, entrevista a informantes e información secundaria se ha determinado que en el municipio se tiene un tamaño aproximado de 120.500 hectáreas, distribuidas con diferentes usos.



Zonas de pastoreo

El tamaño de la propiedad familiar difiere de zona, cantón y comunidad, el promedio de tenencia familiar a nivel municipal es de 8.4 hectáreas por familia, es decir, distribuidas en diferentes usos.

Zona Norte; el promedio de tenencia de tierras es de 40 a 10 hectáreas, considerando que las comunidades de Condoriri, Chuñavi, Churiaqui cuentan con mayor extensión en relación a las comunidades que se

encuentran más abajo: Corapata, Chipamaya, Santa Ana, Paximaya y otras.

Zona Centro; el promedio de terreno en esta zona es de 4 a 10 hectáreas por familia, debido a que gran parte de las familias se encuentran concentradas cerca de la localidad de Pucarani y por su vinculación caminera.

Zona Sur; en promedio se cuenta con 4 a 12 hectáreas por familia, de igual manera se encuentran concentrados por la vinculación caminera, además de ser una zona más húmeda por la cercanía e influencia del Lago Titicaca.

A Nivel familiar, se ha considerado las siguientes variables para sus estimación de uso: superficie cultivable (cultivada + descanso y/o pastoreo) y la superficie incultivable (Pastoreo + incultivable). Nivel cantonal, se toma en cuenta las variables de: superficie familiar (cultivable + incultivable), pastoreo e incultivable.



Conocimiento del cultivo de alfalfa

7.8. Conocimiento del cultivo

Las comunidades que comprenden dentro del municipio de Pucarani, tienen un interés amplio en conocer todas las aptitudes y deficiencias que cada determinado cultivo presenta, en el caso del cultivo de alfalfa los comunarios cuentan con conocimientos básicos y esenciales sobre el cultivo, ellos con las propias experiencias vistas fueron adquiriendo experiencia y conocimiento, a

excepción de algunas comunidades que fueron capacitadas con talleres sobre el manejo del cultivo de la alfalfa y otros forrajes.

7.8.1. Época húmeda y seca

De acuerdo al ecosistema de la zona, se tiene dos épocas las cuales la primera esta mas relacionada con la época de lluvias o época verde que inicia desde los meses de diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo, donde existe abundancia en forraje y el incremento de producción láctea es favorecida en esta época existiendo sobrealimentación al ganado, además el forraje producido en exceso en este tiempo tiene que ser reservada y almacenada para la siguiente época denominada época seca, en este tiempo existe escases de forraje verde que inicia los meses de junio, julio, agosto,

septiembre, octubre y noviembre, lo cual es desfavorable para el ganado, debido a que la producción láctea baja, existiendo subalimentación. De esta manera el productor sabe que para esta epoca debe de almacenar forraje en forma de heno de buena calidad para abastecer con la alimentación de los ganados y mantener una producción eficiente que permita abastecer la producción de igual manera que en la época de lluvias.



Parcela de alfalfa

7.8.2. Fuentes de Agua

Existen un conjunto no determinado de vertientes, pozos, q'utañas y ríos; sus principales fuentes de agua para consumo humano es abastecida por vertientes y pozos, en cambio el consumo de agua para el ganado generalmente es abastecida por pequeños ojos de agua y q'utañas

- El agua es el recurso más importante, pero hasta ahora por el elevado costo no se puede conservarla adecuadamente, ni emplearla apropiadamente en el riego.

- La zona norte no carece de este elemento, pero la zona centro y sur presenta ausencia de fuentes potenciales de este recurso.



Fuentes de agua

VACAS LECHERAS

Holstein



Holstein rojo



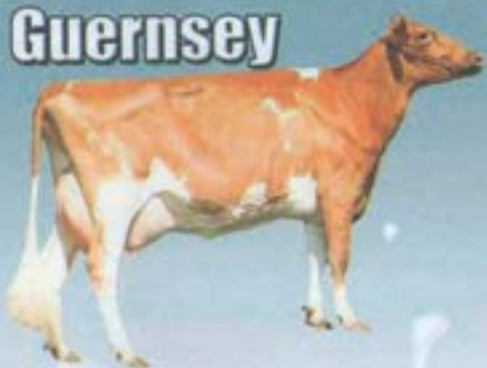
Pardo suizo



Jersey



Guernsey



Ayrshire



Fuente: TV Agro - 2012

CAPITULO VIII

CONSERVACIÓN DEL FORRAJE

8. Utilización del forraje de alfalfa

La variabilidad climática caracteriza a diferentes regiones del país, algunas presentan periodos prolongados de sequia, provocando escasez del forraje, lo que repercute en la alimentación del ganado, como consecuencia disminuye la productividad de carne, la producción de leche, la tasa reproductiva y aumenta la mortalidad de los animales, estos efectos han generado la necesidad de conservar los excedentes de forraje para estos periodos a fin de mantener una carga animal constante a lo largo del tiempo, según Franco et al (2007) además permite equilibrar la dieta e incrementar la producción animal.



Condiciones optimas del forraje en epoca seca

Debido al desarrollo de la ganadería se han intensificado las técnicas de conservación de forrajes, como la henificación y el ensilaje, utilizando recursos materiales y humanos de manera eficiente, evitando la perdida de nutrientes, e impidiendo efectos negativos en la salud animal, logrando mayor durabilidad y evitando la pérdida de calidad del forraje.

8.1. Henificación

La henificación es un método de conservación del forraje en estado seco, que consiste en la evaporación de tres cuartas partes de agua contenida en los tejidos de la planta, cuando el forraje cortado es expuesto al sol durante un tiempo prudente.

Según Juan et al (1995), la henificación fue el primer proceso utilizado por el hombre para conservar el forraje, reduciendo el contenido de humedad. En el caso de la alfalfa desde 70- 80% hasta un 18-20%, sin embargo esta humedad debe estabilizarse

a un 15%, valores en los que coinciden Cattani (2011), Romero O. y Klein F., además esta humedad permite almacenar el heno por largos periodos de tiempo sin que se produzcan cambios sustanciales en su composición.



Actividades para la Henificación

Dentro el proceso de henificación, uno de los factores importantes es la conservación de las hojas, su pérdida supone una disminución de calidad y valor nutritivo del heno.

Las leguminosas a diferencia de las gramíneas, contiene niveles elevados de proteína y minerales. La alfalfa es una leguminosa que se cultiva en muchos países para la elaboración de heno, su valor radica principalmente en el contenido de proteína bruta, que puede llegar a los 200 g/kg de materia seca, si se trata de alfalfa segada al comienzo de la floración.

8.1.1. Ventajas y desventajas en la elaboración del heno

La alfalfa alcanza su máxima producción en la época húmeda, reduciéndose en la época seca, paralelamente la planta entra en una parada vegetativa, generando una disminución en la producción de forraje, por lo que constituye una alternativa la alimentación con heno, además resulta beneficioso que los animales reciban alimentos secos en épocas en que el forraje tierno es demasiado acuoso.

Ventajas

- Se aprovechan excedentes de forraje producido
- La elaboración es sencilla y barata
- La calidad es similar a la del forraje fresco
- Es beneficioso para el funcionamiento del sistema digestivo del ganado
- En pequeña escala no requiere de maquinaria
- Fácil de transportar y comercializar
- Contribuye a la disminución de los costos de suplementos y concentrados comerciales

Desventajas

- Riesgo de pérdidas debido a condiciones climáticas desfavorables
- Su almacenamiento requiere de un lugar seco bajo techo o plástico
- Es altamente inflamable (riesgo de incendios)
- Resulta costoso cuando se utiliza maquinaria.

8.1.2. Calidad del heno

El heno debe tener color verde, olor agradable, textura libre de moho, humedad del 15-20 %, alto contenido de nutrientes, alta digestibilidad, buena palatabilidad, abundante cantidad de hojas. No debe presentarse decoloración, ni fermentación, para evitar esto

existen aditivos pero su elevado costo limita su uso, Bernal, et al., (2002) mencionado por Franco et al (2007). Sin embargo el heno debe ser palatable, de tal manera que los animales lo consuman con gusto, este aspecto dará referencia del valor alimenticio, químico y físico, medidos por la respuesta animal.

Las características físicas más importantes que se deben considerar en el heno son: tiempo de madurez, porcentaje de hojas y tallos, color verde natural, aroma y ausencia de materiales extraños. La exposición al sol, el viento, contribuyen a la deshidratación del material, es aconsejable que el secado sea en menos días.



Estado del forraje Henificado

Evaluación organoléptica

Para determinar la calidad del heno, Juan et al (1995), señala que se debe realizar una evaluación organoléptica, método que utiliza el tacto, la vista, el olfato y muchas veces el gusto, este método es válido para una primera apreciación, pero no brinda una adecuada información acerca del potencial nutritivo del forraje y debe ser complementado con otros parámetros menos subjetivos, como ser el análisis bromatológico.

- i) **Color:** El color verde intenso indica un alto contenido de vitaminas, especialmente vitamina A, además indica que el heno fue secado rápido y de forma adecuada, sin daño por lluvias o por excesos de temperatura. El color amarillo indica un exceso de exposición al sol durante el secado. Capas de color blanquecino intercaladas con el heno verde, indican desarrollo fúngico al haber sido almacenadas con exceso de humedad. Henos almacenados que alcanzaron una temperatura de 55° C muestran un color marrón, mientras que a temperaturas mayores a 60°C muestra un color marrón oscuro a negro.
- ii) **Aroma y presencia de hongos:** Debe tener aroma agradable, el cual está en directa relación con el proceso de secado. El olor a humedad señala presencia de hongos, las porciones del heno que lo contengan deben descartarse, ya que producen intoxicaciones.

Otros factores que se deben considerar

- iii) **Edad de la planta (estado fenológico):** El momento oportuno para el corte del forraje es al comienzo de la floración que contiene mayor porcentaje de proteína y hojas, la variación del contenido de proteína está entre 9-22%. La presencia de botones florales, flores o frutos en el heno, da una idea del estado fenológico en

el que fue cortado el forraje, según MattShubat año este aspecto contribuye en el contenido nutricional que tendrá el heno y será favorable para el ganado (Cuadro 1).

Cuadro 12. Variación de la calidad del forraje de alfalfa, en distintos estados fenológicos

Energía Metabolizable Mega			
Desarrollo M.S.	Calorías/kg	Proteína	FDA
Pre botón	2,49	23	28
Botón	2,36	20	29
10% flor	2,22	18	31
50% flor	2,13	17	35
100% flor	2	15	37

Fuente: NRC 1988

- iv) **Hojas(foliolos):** Una alta proporción de hojas mejora la calidad del heno, el manejo de la hilera y hora del corte influyen en la proporción de las hojas, de esta forma el heno conserva aproximadamente el 70% de proteína, 90% de caroteno y más de 65% de energía digestible.
- v) **Malezas y materiales extraños:** La presencia de malezas afecta la calidad del heno, paralelamente cuando se trata de malezas de difícil control, el suministro de heno a los animales se convierte en una fuente de diseminación. Materiales extraños en el heno, puede mostrar el grado de contaminación, (rocas, tierra y otros materiales sin valor nutritivo).
- vi) **Contenido de humedad:** El contenido de humedad debe ser menor al 15%, con este porcentaje el heno se conserva y el nivel nutricional se mantiene estable, Franco et al (2007). La humedad del heno esta en relación con el color, la humedad en el momento de henificación, y la temperatura alcanzada en almacenamiento.
- vii) **Radiación solar:** La acción directa del sol ayuda a la disminución de microorganismos en el forraje, asimismo se enriquece con vitamina C, evitando el raquitismo en animales estabulados.
- viii) **Precipitaciones:** Excesiva precipitación en el periodo de secado, puede ocasionar el lavado de las plantas reduciendo el valor nutritivo del heno en más del 50%.

8.1.3. Proceso de henificación

Para las operaciones en la producción de heno, según la FAO, se realiza las siguientes operaciones:

- Corte y acondicionamiento en hileras del forraje
- Esparcido y removido del forraje
- Formación de pequeñas parvas. (sistemas manuales)
- Formación de fardos o rollos. (sistemas mecanizados)



Henificación mecanizada

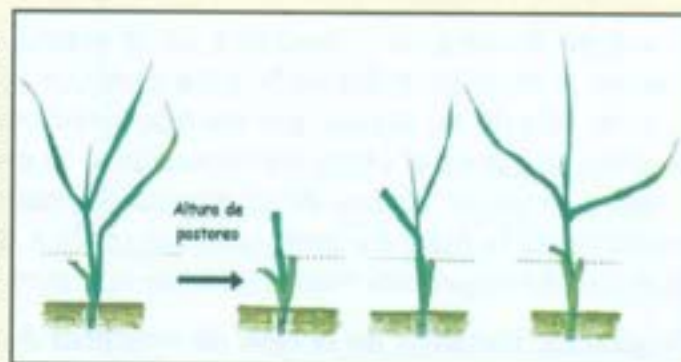
a) Factores para determinar el momento de Henificación

El corte del forraje va ligado a las condiciones climáticas y el estado de desarrollo de la planta, lo que concuerda con Franco, Calero y Ávila.

Entre otros factores están:

➤ Horario de corte

El momento adecuado para el corte es a medio día, con la máxima radiación solar y baja humedad relativa, donde la planta concentre el máximo nivel de carbohidratos producto de la fotosíntesis, en grandes extensiones puede realizarse todo el día, siendo importante comenzar por la mañana, después que se evapore el rocío.



Fases de cortes (Cultivo de alfalfa)

Según Franco et al 2007, es recomendable cortar en horas de la mañana si el día es favorable, si el cultivo está húmedo debido a la lluvia o a un rocío, es conveniente esperar un par de horas para que seque la parte superior (Cattani, 2001), la planta pierde 15% de humedad por la apertura de estomas en función a la luz solar, y esto se acelera cuando el forraje está en contacto con la luz solar. Si se corta el forraje en una noche templada o cálida, las pérdidas se incrementarían por la alta humedad del material combinada con la temperatura.

➤ Altura de corte



Manejo ideal para pastoreo

El corte del pasto a henificar debe hacerse a unos 10-15 cm para facilitar su recuperación, según Cattani (2011), la altura de corte depende principalmente de la región, la especie a henificar, el porte y la estructura de la planta, además de la humedad del suelo al momento de realizar el corte. A mayor porte del forraje se incrementa el nivel de fibra en la parte basal, si el corte se realiza muy bajo, el heno contendrá alto porcentaje

de fibra bajando la digestibilidad del heno.

En especies que no soportan una alta presión de pastoreo, el corte se debe hacer por encima de los 20 cm., cortes a menor altura generan gran cantidad de biomasa con mayor proporción de tallos, en consecuencia dificulta el manejo.

Según la Universidad de North Dakota (1999), variedades de alto rendimiento (5-6 cortes anuales), recomienda cortar a los 10 cm, variedades con menos rendimiento (3-4 cortes anuales) el corte debe ser aproximadamente a una altura menor a 3 cm (Cattani, 2011).

➤ Estado de madurez

El estado fenológico o madurez de la planta, es el factor más importante a tener en cuenta el momento del corte para producir forraje de alta calidad. El estado fenológico es cada una de las etapas por las que atraviesa la planta. Para producir heno de calidad se debe cortar en la etapa de floración, si se pretende obtener mayor cantidad de heno, el corte se debe realizar en el estado de madurez más avanzado. (Cuadro 2). A mayor madurez de la planta aumenta el porcentaje de tallos, disminuyendo la digestibilidad y cantidad de hojas, asimismo el nivel proteico y de nutrientes.

Cuadro 13. Relación de la fase de madurez de la alfalfa y su análisis químico (Datos en % de materia seca)

Tipo de Henos	Ceniza	Proteína	Fibra	Grasa	ELN	NDT
Embotonamiento	10,3	19,6	28	2,4	39,6	63
1/10 de floración	10,2	18,1	30,1	2,4	39,3	60
1/2 floración	9,6	16,9	32,6	2,6	38,3	58
Floración	9,7	15,9	33,3	2,1	39	55
Completa	8,5	14,5	35,3	2,1	39,5	52
Semilla madura	-	-	-	-	-	-

Fuente: U.S. Dept. Agr. Misc. Pub. 363

➤ Palatabilidad

Es determinante para el consumo por los animales (cuadro 3), en lo cual intervienen aspectos como el tipo de planta, la variedad, la etapa fenológica en el momento del corte y el almacenamiento. (López et al Proceso de ensilado y henificado).

Cuadro 14. Incremento en el consumo de heno de buena calidad comparado al de inferior calidad

Tipo de heno	Ofrecido (Kg)	Consumido (Kg)	Rechazo (%)
Palatable	12,91	10,53	18,52
No palatable	13,09	7,65	41,52

Fuente: Wyo.Agr. Expt. Sta. Bul. 199.

➤ Clima

El clima influye en el proceso de elaboración del heno. Con información meteorológica disponible es posible realizar una programación disminuyendo los riesgos climáticos. Días brillantes y soleados son preferidos durante la época de henificado, se debe evitar henificar durante los días nublados, con chubascos frecuentes, asimismo días con mucho viento afectara la calidad del heno por la pérdida de hojas.

➤ Secado

Para el secado del forraje se toma en cuenta el clima, la cantidad, la disposición y el tipo de planta, asimismo para obtener un secado uniforme es necesario remover el forraje una o dos veces al día. La evaporación de agua del forraje principalmente es a través de las hojas, el agua contenida en los tallos se transloca hacia las hojas. Franco, Calero y Ávila mencionan que si los tallos son gruesos y succulentos se debe realizar el picado de los mismos. Generalmente las gramíneas secan más rápido que las leguminosas.

b) Recojo y Transporte

El recojo del heno se realiza de forma manual o mecánica dependiendo del sistema de producción, debe evitarse la pérdida de hojas al momento del recojo, el enfardado puede ser de distintos tamaños para facilitar el manejo, transporte y su posterior almacenamiento, en el sistema manual la parva debe realizarse consumo cuidado y orden, para evitar el desparramamiento.



Almacenamiento del forraje henificado

c) Enfardado

El uso de maquinas enfardadoras evita la realización de parvas, reduce el tiempo dedicado a las mismas, se optimiza el espacio de almacenaje y facilita el manejo del heno.

d) Emparvado



Forraje Emparvado

En el sistema tradicional es común realizar el almacenamiento de forraje en parvas, pueden ser circulares o rectangulares dependiendo de la cantidad del heno, puede formarse sobre una base de piedra o un trípode para facilitar la aireación. El centro de la parva debe ser sólido y ligeramente levantado para evitar el desarme y la penetración del agua, para la cobertura se puede utilizar paja o pastos, contra el viento cuerdas o redes. Estas operaciones no

deberían realizarse inmediatamente porque es necesario disipar el calor y la humedad después de construir la parva.

e) Almacenamiento



Almacenamiento del forraje

El lugar de almacenaje debe ser seco, contar con acceso a transporte, tener protección contra animales e incendios. Resulta conveniente si el ambiente es cerrado y cercano al establo. Según la FAO, el heno se conserva por largo tiempo dependiendo de cómo fue hecho y del correcto almacenaje, las condiciones inadecuadas pueden provocar pérdidas.

f) Pérdidas en la Producción de Heno

Según la FAO, las pérdidas en la producción de heno dependen mucho de la experiencia de la persona encargada del proceso, entre las principales están:

- **Fermentación:** Este proceso empieza una vez cortado el forraje, con la oxidación enzimática de la savia y la actividad bacteriana.
- **Pérdida de hojas:** Puede ocurrir por la presencia de lluvias causando humedecimiento, la proliferación de mohos y bacterias, además de ocasionar un lavado de nutrientes.

- **Pérdidas mecánicas:** Suceden durante la recolección, elaboración de la parva o en sistemas mecanizados durante la elaboración de fardos o rollos, y también en el transporte.
- **Deterioro de fardos, rollos y parva:** Por el contenido de humedad al momento de almacenarlos, puede llevar a la pérdida parcial o total del heno.

8.2. Ensilaje

El ensilaje es un método de conservación que consiste en el picado del forraje, luego es almacenado en depósitos (silos) donde se produce una fermentación láctica en ausencia de aire (anaeróbicamente). Las bacterias epifitas del ácido láctico (BAC) son las que fermentan los carbohidratos insolubles (CHS), generando ácidos orgánicos que reducen el pH, (ácido láctico y acético en menor cantidad), estos ácidos inhiben la proliferación de microorganismos que ocasionan la putrefacción del forraje conservado. Molina A. et al.

Este proceso mantiene estable el valor nutricional del forraje, los componentes energéticos y proteicos, debido al estado húmedo del ensilaje las pérdidas de materia seca son mínimas, no se forman compuestos tóxicos que puedan afectar a las funciones productivas y salud animal, 1991). Esta práctica es muy antigua, pero el uso de leguminosas es reciente.



Forraje en silo

Molina A. afirma que este método es muy costoso, generalmente se realiza en países desarrollados, donde 200 millones de toneladas en materia seca son ensilados por año, por un costo de 100-150 \$/t, este costo considera el uso de tierra (50%), segado y polietileno (30%), silo (13%) y aditivos (7%).

8.2.1. Ventajas y limitantes en el proceso de elaboración de ensilaje

Ventajas

- Aprovechamiento de excedentes de forraje
- Uso eficaz de suelo, maquinaria, mano de obra, etc.
- Preservación los nutrientes cuando el forraje es cortado en el punto optimo
- Reducción de los costos empleados en suplementos concentrados
- Manejo y uso adecuado de los forrajes
- Elaboración en cualquier sistema de producción ganadera

Limitantes

- Costos por infraestructura (silos)
- Costos de la maquinaria
- Tiempo en el manejo y elaboración
- Costos por aditivos
- Grandes pérdidas si no se realiza adecuadamente

8.2.2. Características del Forraje en la elaboración de Ensilaje

Según Odinno, se debe tomar en cuenta, el momento y el horario del corte del forraje, puesto que 60 a 70% del resultado dependerá de este aspecto.

➤ **Horario de corte**

El horario de corte es importante para la realización del ensilaje de alfalfa, es preferible cortar en horas de la tarde donde se logra concentrar 65 g. de carbohidratos solubles esenciales por kilogramo de forraje para la fermentación, durante la mañana se obtiene 45 g/kg de forraje.

➤ **Momento de corte (Etapa fisiológica)**

El momento óptimo para el corte es cuando el cultivo está en botón floral, o el cultivo está en un 10% de floración (Cuadro 1X). El forraje tierno tiene mayor contenido nutricional y menor contenido de materia seca, con forrajemaduro el ensilaje contiene mayor porcentaje de fibra bruta y es menos palatable para el ganado.

Cuadro 15. Calidad del ensilaje elaborado a partir de pasturas de alfalfa, en diferentes etapas fenológicas

Tratamiento	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	DIVMS (%)	EM (Mcal/kg MS)
Botón floral	52	22,2	41,8	31,3	65,6	2,36
10% de floración	51	20,4	46	33,8	62,6	2,25
100% de floración	50,2	20	49,7	38,3	59,1	2,12

Fuente: Sitio Argentino de Producción Animal

(Ms=materia seca, PB= proteína bruta, FDN= Fibra detergente neutra FDA= fibra detergente acida, DIVMS= digestibilidad de la materia seca, EM= energía metabolizable)

➤ **Capacidad amortiguadora (capacidad buffer)**

El potencial de un forraje para ser ensilado depende de ciertas características como el contenido de azúcar, presencia de carbohidratos, bajo contenido de proteína bruta y

una de las más importantes es la baja capacidad amortiguadora o reducida capacidad buffer, para acelerar la acidificación como sucede con el maíz, sin embargo la alfalfa contrariamente presenta mayor resistencia a la disminución del pH (alta capacidad buffer), como se puede observar en el cuadro 2, por lo que es necesario incorporar aditivos como la melaza que ayuda al proceso de acidificación (SAGARPA y Sitio Argentino de Producción Animal).

Cuadro 16. Contenido de Carbohidratos solubles y capacidad tampón de gramíneas y leguminosas

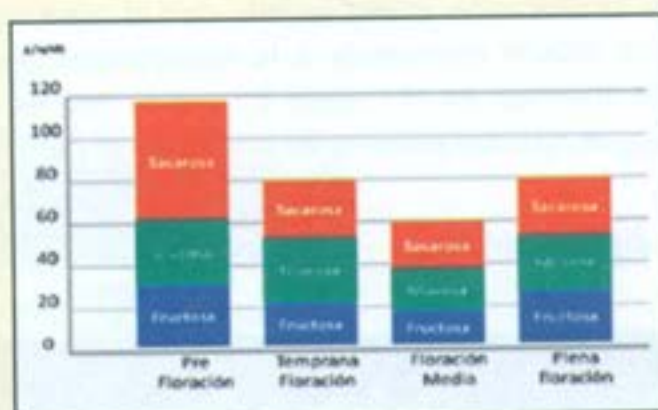
Especie	Carbohidratos Solubles (% MS)	Capacidad Tampón (meq %)
Raigras perenne	16-18	24
Raigras anual	22-27	26,5
Festuca	18	-
Pasto ovillo	10	19
Maíz	26-32	22,5
Trébol rojo	10-12	65
Alfalfa	4-6	52

Fuente. Sitio Argentino de Producción Animal

➤ Contenido de proteína y presencia de azúcares

La concentración de azúcares (Cuadro 3) influye directamente en la alimentación de microorganismos productores de la fermentación láctica, los forrajes jóvenes y pobres en glúcidos se conservan mal. (Noguer- Valles, El ensilado y sus ventajas). La alfalfa en botón floral contiene un alto contenido de proteína bruta (20- 22%), las gramíneas contienen una mejor relación azúcar - proteína, siendo esta fuente de energía la que contribuye a la alimentación de microorganismos, a mayor concentración de proteína y baja energía los microorganismos no se multiplican y la fermentación es baja. Para ensilar alfalfa es recomendable bajar el contenido de humedad antes del corte de un 80% a un 55-70% (Oddino), de esta forma se concentran los azúcares que favorecen la multiplicación de bacterias lácticas.

Cuadro 3. Contenido de azúcar en alfalfa, en diferente estado de madurez (Smith 1973)



Fuente: Clemete G., J. Monje

➤ Pre marchitamiento y uso de aditivos

Para el ensilado de la alfalfa es necesario realizar un pre marchitamiento y utilizar ciertos aditivos en el proceso, la primera consiste en cortar la alfalfa y dejarla secar de 24 a 48 horas, esto hace que los carbohidratos (CHO'S) se concentren en la materia verde disminuyendo la capacidad tampón (35% de materia seca; 45 a 65% de humedad, Cuadro 4). No es recomendable, porcentajes menores se pueden producir pérdidas de hojas y calidad del ensilaje.

Cuadro 17. Características nutritivas de ensilajes realizados con distintos contenidos de humedad del forraje

% DE HUMEDAD	PB %	FDN (%)	FDA (%)	DIVMS (%)	pH	NH3/NT (%)
39	18,1	41,8	28,1	67	4,7	14,6
48	19,1	42	29,1	66,2	5,1	7,4
58	18,3	45,5	29	66,2	4,9	6,2
61	18,4	52,6	55,6	62,7	5,9	7,6

En el pre marchitamiento, puede influir la precipitación causando pérdida de nutrientes por lixiviación, si el clima es favorable puede causar el incremento de materia seca causando problemas en el momento de la compactación con el ingreso de aire, pérdida de materia seca y nutrientes. (Klein F.)

➤ Tamaño del picado del forraje

Es un factor muy importante que influye en la calidad del ensilaje, un picado grande dificultara la compactación provocando aumento de la temperatura por el ingreso de

aire ocasionando pérdida del forraje. Un picado más fino facilitará la compactación y disponibilidad de los carbohidratos fermentables. Cuando se ensila forrajes con bajo contenido de materia seca el tamaño de picado no es determinante. Sin embargo es recomendable cortes de 6 a 12 mm, dependiendo del tipo de forraje y del tamaño del silo. (Romero 2004 INTA)



Picado de forraje ideal

8.2.3. Aditivos en la Elaboración del Ensilaje

La aplicación de aditivos mejora el ensilaje, estos se pueden dividir en dos grupos: los estimulantes y los inhibidores de la fermentación.

Entre los estimulantes se encuentran la melaza y los aditivos biológicos (inoculantes), los mismos que favorecen el desarrollo de bacterias lácticas que aceleran la fermentación y conservación. La adición de glúcidos es muy común cuando se realiza ensilaje de leguminosas, pero también se pueden adicionar en algunos casos harinas de cebada, maíz, etc., las melazas tienen el inconveniente de producir escurrimiento, por lo que el forraje debe contener un buen porcentaje en materia seca, (Klein F.). El porcentaje de adición de melaza al ensilaje es del 3 a 4% del peso del forraje (Corpoica) o 10 a 20 Kg por tonelada. (Klein F.).



Aditivos para ensilaje

Los inóculos que generalmente se adicionan son *Lactobacillus* productores de ácido láctico, no son corrosivos para la maquinaria y no hay peligro al utilizarlos en el proceso. Generalmente suele utilizarse 100000 ufc/gr de forraje, es recomendable agregarlo antes de que pasen 24 horas desde el pre marchitamiento y en condiciones climáticas favorables. (Klein F.).

También se puede adicionar granos de sorgo y maíz molido como alimento para las bacterias para mejorar la calidad nutritiva del ensilaje, como referencia se debe utilizar 40% de grano con relación a una tonelada de material ensilado. (Romero INTA)

Cuadro 18. Efecto de los inoculantes bacteriales en el silo

Efecto	Resultado
Bajo pH	Mas acido láctico
Mas acido láctico	Fermentación homoláctica
Menos acido acético	Fermentación homoláctica
Baja concentración de amoníaco	Baja rápida del pH, decrece el rompimiento de las proteínas y se inhibe el clostridio
Acido butírico bajo	Por la inhibición de clostridio
Mejor vida en el silo	Inhibición de mohos y levaduras
Menos calentamiento	
Mayor recuperación de la materia seca	Fermentación homoláctica

Fuente: Timoteo, J.

➤ Acidificación

El momento de realizar el ensilaje es recomendable reducir el pH, por que reduce las pérdidas y bloquea fermentaciones no deseadas, esto se puede lograr adicionando una solución Virtanen o AVI (solución que consiste en una parte de ácido clorhídrico en seis partes de agua, más una parte de ácido sulfúrico en cuatro parte de agua), a razón de 4 a 8 litros/100 kg de forraje a ensilar (Duthil, 1980) mencionado por Jiménez y Moreno, 2000 , entre otros productos está el acido fórmico al 12% en proporción de 40 a 50 litros por cada 1.000 kg de forraje.

➤ Llenado, compactado y sellado



Cuidados en el ensilaje

La cosecha y el almacenamiento se deben realizar en el menor tiempo, es necesario eliminar el aire y así evitar fermentaciones indeseables. Para una adecuada preservación del ensilaje por largos periodos de tiempo, debe aislarse del ambiente atmosférico. El tractor resulta apropiado para el apisonado del ensilaje, por su peso y tamaño de sus ruedas que abarcan mayor superficie.

Para el sellado del silo se puede utilizar un plástico que debe estar estrechamente unido al ensilaje, para evitar la penetración de agua y aire principalmente, sobre el plástico se puede apisonar con neumáticos en desuso. Cuando el silaje se almacena en bolsas, los problemas de llenado, compactado y sellado, prácticamente no tienen relevancia. (Romero 2004 INTA)

Al generarse gases y sustancias líquidas es necesario tener un sistema de drenaje para la eliminación de los mismos.

8.2.4. Proceso de ensilaje

Fase aeróbica: Se considera desde el corte del forraje hasta el momento que llega al silo, incluso con el silo cubierto cuando hay presencia de oxígeno las células siguen el proceso de respiración desprendiendo dióxido de carbono, paralelamente hay pérdida de proteínas, el nitrógeno en forma de amonio inhibe la formación de ácido láctico. Este proceso debe realizarse a menos de 30° C, y en el menor tiempo posible, por lo que el silo debe estar bien cubierto para evitar fermentación no deseada.

a) Fase de fermentación

(Ausencia de oxígeno). En esta fase se forman ácidos orgánicos (ácido láctico) que inhiben la proliferación de microorganismos (bacterias, levaduras, mohos) que causan la pudrición. (Holguín e Ibrahim).

Los ácidos orgánicos son fundamentales para la conservación del ensilaje, la reducción del pH favorece el desarrollo de bacterias anaerobias deseables por encima de las bacterias indeseables, (clostridios, enterobacterias, levaduras, bacilos) que compiten por los carbohidratos solubles del ensilaje. En general las bacterias productoras de ácido láctico son más tolerantes a un pH bajo que los microorganismos anaerobios indeseables. Debido a la acidez el ensilaje se estabiliza generando un ambiente óptimo para su conservación.

b) Fase de estabilización

Se debe cortar solamente la cantidad de forraje a ser ensilado y llevado directamente al silo, el proceso de acidificación no debe exceder de un mes, la concentración de ácido láctico debe ser alta para lograr la estabilidad del ensilaje. La fase de estabilización se logra cuando el pH desciende por debajo de 4,2 donde cesa toda actividad enzimática y se inhibe el crecimiento de microorganismos, el ensilaje puede guardarse de 6 a 12 meses.

c) Fase de deterioro aerobioco

Comienza cuando el ensilaje es expuesto al sol al momento de abrir el silo, o cuando el silo ha sido atacado por animales (roedores, ganado, etc.). El ácido láctico se degrada en presencia de microorganismos y oxígeno produciendo ácido acético e incrementando

el pH, esto ocasiona la proliferación de microorganismos indeseables (entero bacterias, mohos), aumentando la temperatura y la emisión de dióxido de carbono proceso que daña el ensilaje con la pérdida de materia seca y del valor nutritivo (proceso anaeróbico inestable).

d) Características de un ensilaje de buena calidad

Segun Jiménez-Moreno, 2000, señalan varios indicadores para determinar la calidad de un buen ensilaje:

- Forraje cosechado en estado óptimo
- 4,2 de pH o menor
- Acido láctico entre 5 y 9% en materia seca
- Libre de hongos y malos olores como amoníaco, ácido butírico y pudrición
- Ausencia de olor a caramelo o tabaco
- Color verde
- Textura firme



Condiciones del ensilaje



Silo con plástico

e) Almacenamiento

El almacenamiento se realiza en silos, la capacidad del silo se determina de acuerdo a la cantidad de ensilaje y esto depende de la cantidad de animales en la granja.

✓ Silos temporales

Se realiza generalmente cuando no se cuentan con recursos o cuando la cantidad de ensilaje es pequeña.

Silos de bolsas plásticas: La compactación generalmente se realiza mediante pisoteo, se debe tener cuidado de no dañar las bolsas, se puede utilizar en el interior bolsa de polipropileno, como bolsas de concentrados o fertilizantes, posteriormente se debe cerrar herméticamente. Durante su almacenamiento se debe proteger del ataque de animales domésticos y depredadores, deben tener peso por encima, conservan entre 30 a 40 kg de forraje/bolsa.

Silos en barriles: Se utilizan barriles de plástico, los ácidos producidos en el ensilaje corroen los barriles de metal. La compactación se realiza mediante pisoteo hasta el tope del barril, posteriormente se tapa con una bolsa plástica y debe ser sellada con una cinta, con el fin de evitar bolsas de aire, se puede almacenar hasta 150 kg, de forraje.

Silos tipo cincho: Consiste en un molde desarmable de metal, de una altura de 1 a 1.5 metros, diámetro de 2 a 3 metros. El molde se debe armar en un lugar seleccionado libre de anegamiento, se coloca el plástico asegurando un buen traslape en los puntos de cierre y hacia la parte interior del molde en su base. Llenado el silo se retira el molde, se envuelve con el plástico y se colocan objetos pesados para la compactación. La ventaja de este tipo de silo es que es móvil, puede ser armado en el lugar deseado, se usa durante todo el año. Una desventaja es la disponibilidad del molde metálico, además la compactación. Este método es útil cuando se quiere ensilar mayor cantidad de forraje.

Silo de montón o por aprovechamiento del lugar: No requiere de paredes, pues el forraje solo se amontona, también se puede utilizar espacios que posean paredes de forma cuadrangular o rectangular no estrechas, se debe dejar una inclinación para facilitar el apisonamiento con tractores o vehículos, posteriormente cubrir con plástico y colocar materiales pesados para ayudar a la compactación. Este tipo de silo es económico, pero es propenso a sufrir pérdidas.

✓ Silos permanentes

Se construye en lugares cercanos al forraje, debe tener cierta pendiente para el drenaje, almacena mayor cantidad de ensilaje disponible durante todo el año.

Silo tipo bunker: Generalmente es rectangular construida a nivel del suelo, tiene dos paredes laterales que varía entre 1.2 a 2 metros pudiendo ser más altas, las paredes deben tener una inclinación de 30 a 40°, con el fin de lograr una buena compactación, el ancho mínimo es de 4 metros donde pueda caber un vehículo para la compactación, se recomienda 5 metros de ancho para apisonar con tractor. La pendiente recomendada es de 2 a 4% para facilitar el drenaje, es recomendable que el piso sea de concreto o de piedra compactada.



Silo tipo bunker

Silo tipo trinchera o de zanja: Se construye bajo el nivel del suelo utilizando como paredes la tierra o la piedra. La forma debe ser rectangular, debe contar con un plano inclinado en la entrada del silo para poder facilitar el acceso, las paredes deben ser ligeramente inclinadas para poder facilitar la compactación. En época de lluvias se corre



Silo tipo zanja y fosa

el riesgo de que el agua se infiltre provocando pudrición del ensilaje, se recomienda revestir el silo con plástico o bien con concreto armado para evitar el deslizamiento de la tierra.

Silo tipo fosa: Es una variante del silo tipo trinchera, pero en este caso se construyen muros de concreto para evitar el ingreso de agua al silo, además debe estar protegido con una cubierta, la excavación debe ser en forma de un cono invertido, la base debe estar rellena con carbón y arena para garantizar la filtración de líquidos. En este tipo de silo no se puede compactar con vehículos, y puede

resultar incomodo retirar el ensilaje del fondo del silo (Reyes, et al.)

8.2.5. Perdidas en la elaboración de ensilaje

❖ Perdidas por pudrición

Ocurre cuando el forraje tiene bajo contenido de carbohidratos, por lo que no hay suficiente producción de ácido láctico, ocasionando daños al ensilaje. Para evitar este tipo de pérdidas es importante cosechar el forraje cuando tienen buen contenido de nutrientes y alta digestibilidad. Sin embargo en la mayoría de los pastos de corte y leguminosas, es necesario agregar carbohidratos fermentables, en forma de melaza o almidones (granos molidos, etc.) para promover el crecimiento de bacterias lácticas.

❖ Perdidas superficiales

Estas pérdidas ocurren en las partes externas del silo, tales como la capa superior y las paredes al estar expuestas al oxígeno, la falta de compactación o bolsas de aire entre el ensilaje y el plástico, puede acumular agua, cuando no hay drenaje adecuado. El espesor de las pérdidas superficiales varía entre 1 y 5 centímetros. La presencia de oxígeno promueve la proliferación de organismos aeróbicos que causan pérdidas por pudrición. Estas pérdidas ocurren en silos tipo montón y de bolsa.

Para evitar pérdidas se debe compactar bien, eliminar la mayor cantidad de oxígeno, además la cubierta debe ser fuerte y sana. Otro método para evitar este tipo de pérdidas es agregar sal en la superficie del forraje ensilado, esto reducirá la proliferación de microorganismos durante la fase inicial, la cantidad a usar depende del área que se tenga como referencia se necesita aproximadamente entre 0.5 y 1 kg de sal por metro cuadrado a cubrir

❖ **Perdida por sobrecalentamiento dentro del silo**

Debido a la presencia de oxígeno el proceso de respiración continua por más tiempo, bajo estas condiciones la temperatura del ensilaje puede ascender de 58 a 60 °C, lo que da lugar a un color oscuro de ensilaje producto de la caramelización, disminuye la digestibilidad por la desnaturalización de proteínas. Esta temperatura inhibe el crecimiento de bacterias productoras de ácido láctico, la temperatura óptima para su desarrollo está entre los 26 y 39 °C.

Para evitar fluctuaciones de temperatura de la superficie del silo, se debe proteger con una cubierta, alternatively se puede cubrir con una capa de tierra de 20 cm de espesor.

❖ **Perdidas por falta de drenaje**

El momento de corte del forraje se efectúa cuando la planta está en pleno crecimiento, en esta etapa el contenido de agua es elevado, lo que puede producir un efecto negativo en la fermentación en el silo. Al ensilar forraje con alto contenido de humedad, las pérdidas por drenaje pueden ascender al 50% o más, las pérdidas son por pudrición, degradación de proteínas y la producción de ácido butírico.

Si el forraje cortado ha sido mojado por la lluvia es recomendable realizar un proceso de pre marchitamiento, para evitar el alto contenido de humedad, este proceso debe durar entre 3 a 5 horas después de la cosecha, para que la reducción de la digestibilidad y el contenido de carbohidratos solubles sea lo menos posible. Si el contenido de humedad es bajo en el forraje cortado (65%), es necesario agregar una solución de melaza diluida en agua.

En silos tipo fosa o trinchera puede producirse gran cantidad de líquidos por la compactación, provocando escurrimiento, pérdida de nutrientes y la pudrición del ensilaje. Por lo general cuando el forraje está con humedad adecuada, las pérdidas por falta de drenaje son mínimas.

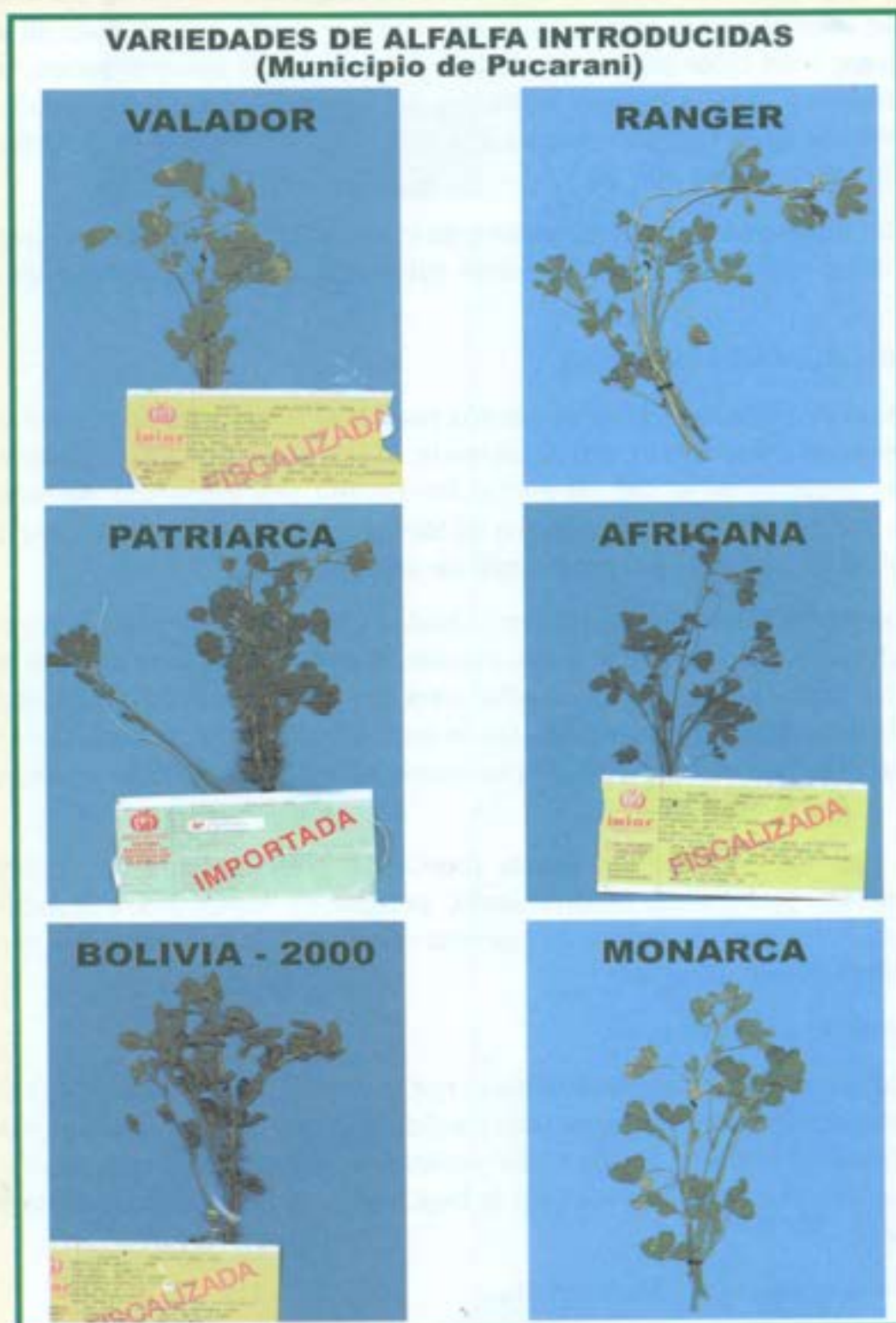
❖ **Perdida en forma de gases**

Las pérdidas en forma de gases se originan por la respiración de la planta dentro del silo, por la fermentación bacteriana generando pérdida de nutrientes; ésta pérdida es inevitable en la fase inicial aeróbica, puede evitar realizando una buena compactación, evitando la entrada de aire al silo, provocando la baja rápida de pH y evitando fermentaciones indeseables.

❖ **Perdida luego de la apertura del silo**

Una vez abierto el silo las pérdidas son inevitables al entrar en contacto con el aire, se debe evitar la entrada de agua al ensilaje, se debe retirar el plástico solamente del área

que será aprovechada, dejando la pared lo más uniforme posible. Para evitar pérdidas se recomienda construir silos fraccionados.



Fuente: "INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA EN COMPARACIÓN DE VARIEDADES DE FORRAJES DESTINADO A MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE GANADO LÉCHERO EN EL MUNICIPIO DE PUCARANI"

CAPÍTULO IX

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DE LA ALFALFA

9. Manejo Integrado de Plagas

El manejo integrado de plagas (MIP), es una combinación de diferentes métodos de control de enfermedades y plagas, se constituye en una alternativa para un control eficiente y económico de las plagas, paralelamente contribuye a proteger el medio ambiente.

Un programa MIP se basa en los seis componentes siguientes:

- Niveles aceptables de plagas. El énfasis está en “control” no en “erradicación”. MIP mantiene que la erradicación completa de una plaga es a menudo imposible y que intentarlo puede ser sumamente costoso, insalubre y en general irrealizable. Es mejor decidir cuál es el nivel tolerable de una plaga y aplicar controles cuando se excede ese nivel (umbral de acción).
- Prácticas preventivas de cultivo. La primera línea de defensa es seleccionar las variedades más apropiadas para las condiciones locales de cultivo y mantenerlas sanas, junto con cuarentenas y otras ‘técnicas de cultivo’ tales como medidas sanitarias (destruir plantas enfermas para eliminar la propagación de la enfermedad, por ejemplo).
- Es fundamental llevar cuenta de todo así como conocer el comportamiento y ciclo reproductivo de las plagas en consideración. El desarrollo de los insectos depende de la temperatura ambiental porque son animales de sangre fría. Los ciclos vitales de muchos insectos dependen de las temperaturas diarias. El muestreo de éstas permite determinar el momento óptimo para una erupción de una plaga específica.
- Controles mecánicos. Si una plaga llega a un nivel inaceptable, los métodos mecánicos son la primera opción. Simplemente cogerlos manualmente o poner barreras o trampas, usar aspiradoras y arar para interrumpir su reproducción.
- Controles biológicos. Los procesos y materiales biológicos pueden proveer control con un impacto ambiental mínimo y a menudo a bajo costo. Lo importante aquí es promover los insectos beneficiosos que atacan a los insectos plaga. Pueden ser microorganismos, hongos, nematodos e insectos parásitos y depredadores.
- Controles químicos. Se usan pesticidas sintéticos solamente cuando es necesario y en la cantidad y momento adecuados para tener impacto en el ciclo vital de la plaga. Muchos de los insecticidas nuevos son derivados de sustancias naturales vegetales (por ejemplo: nicotina, piretro y análogos de hormonas juveniles de insectos). También se están evaluando técnicas ecológicas de herbicidas y pesticidas con base biológica.

MIP se puede aplicar a todos los tipos de agricultura e incluso a la jardinería. Es el tratamiento ideal para los cultivos orgánicos y se basa en conocimiento, experiencia, observación e integración de técnicas múltiples y que no usa opciones químicas sintéticas. En agricultura de gran escala MIP puede reducir la exposición de los seres humanos a productos químicos con potencial tóxico y puede llegar a bajar los costos.

9.1. Reconocimiento, pronóstico y monitoreo de las plagas y enfermedades del cultivo de alfalfa en el altiplano

Para el reconocimiento de plagas y enfermedades es necesario el monitoreo según el pronóstico de ocurrencia, lo que permitiría generar estrategias y métodos de control de plagas y enfermedades. Con el control, monitoreo y la bioecología que son de primordial importancia para obtener buenos rendimientos de forrajes, de una buena calidad y persistentes en el tiempo.

En general más del 80% del daño ocasionado al cultivo de alfalfa, se consideran a estos cuatro grupos de plagas principales:

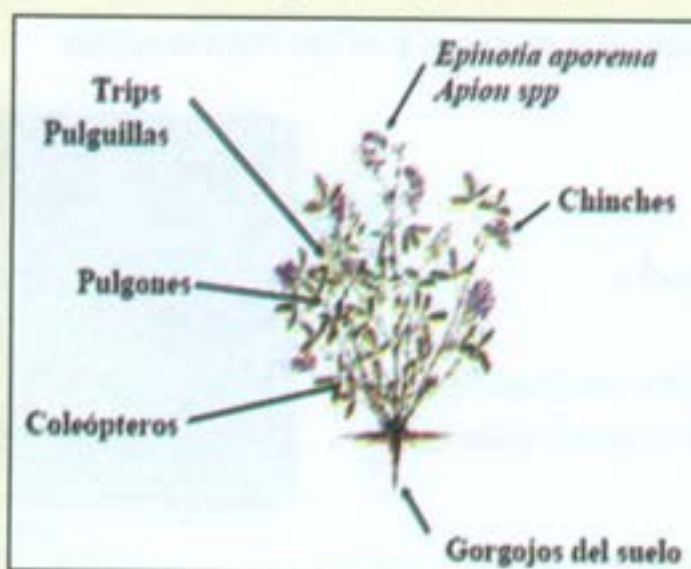
- Orugas defoliadoras (Oruga de la alfalfa, Oruga militar, Oruga mediadora)
- Orugas cortadoras (Agrotis sp., Porosagrotis sp., Euxoa sp.)
- Pulgones (Pulgón verde, Pulgón azul, Pulgón moteado)
- Gorgojos (Pantomorus sp., Naupactus sp.)

Cuadro 19. Época de Incidencia de Plagas

PLAGAS	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Pulgones												
Oruga de la alfalfa												
Orugas Cortadoras												
<i>Euxoa bilitura</i>												
Gorgojos Adultos												
Orugas Cortadoras	Una Generación por Año											

Fuente: Viarural.com

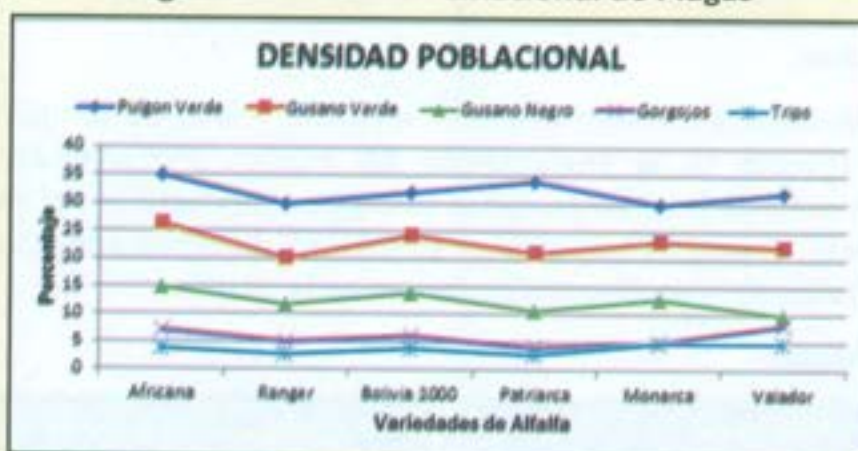
Figura 1. Ubicación de insectos según el lugar de la planta donde causan daño



Fuente: Manejo de Insectos en Pasturas (si se puede mejorar la imagen o realizar un diagrama e uniformar con nombres comunes)

9.2. Infestación de insectos comunes en el cultivo de alfalfa

Figura 2. Densidad Poblacional de Plagas



Según a los datos de seguimiento a las parcelas de cultivo de alfalfa, se observó de cada planta presenta síntomas de incidencia de Plagas, el monitoreo se realizó en forma aleatoria. Como se observa se ve la presencia de pulgones y los gusanos negros y verdes como plagas en el periodo de establecimiento del cultivo, puede afectar su desarrollo vegetativo como se las encuentra en las partes tiernas de la planta. En cuanto a los trips y gorgojos su incidencia no es tan importante sobre el cultivo de alfalfa en la zona de Pucarani.

9.3. Plagas Claves

Son las plagas principales que provocan grandes daño al cultivo.

9.3.1. Pulgón

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Suborden: Sternorrhyncha

Familia: Aphididae

Nombre Científico: Aphis medicaginis,

Terioaphis trifolii, Acyrthosiphon pisum



Pulgón

Fuente: Viarural.com

a) Características

Son insectos chupadores de cuerpo globoso que extraen la savia de la planta, paralelamente depositan toxinas que necrosan los tejidos circundantes, segregan un jugo azucarado que impregna la planta, constituyendose en un caldo de cultivo para los hongos, lo que puede cambiar el sabor del forraje y hacerlo poco apetecible para el ganado.

b) Daños al Cultivo:

Los pulgones manchados y verdes aparecen en inicio y fines de temporada de lluvias. Causan daños severos en la implantación del cultivo, produciendo retraso en el desarrollo o la muerte de las plantas, con el consiguiente peligro de ser afectadas por las heladas tempranas. El pulgón azul alcanza su máxima densidad poblacional a principio de primavera afectando la producción de forraje de la alfalfa.

c) Control del Pulgón:

Biológico	Cultural
Protección con enemigos naturales: <ul style="list-style-type: none"> - Parasitoides: Trioxys complanatus - Entomopatogenos: Erynia neoaphidis - Predadores: Syrphidae, Coccinellidae, Neuroptera 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de variedades resistentes. - Eliminación de Malezas y restos del cultivo anterior. - Eliminación de partes vegetativas con presencia de Pulgón. - Despunte Manual (Cuando la planta ha alcanzado su crecimiento total).
Etológico	Ecológico
<ul style="list-style-type: none"> - Feromonas - Colocación de trampas amarillas. 	Extracto de: Manzanilla, Locoto, ajenojo, espolvoreo de ceniza, Macerado de Tabaco, infusión de ruda + salvia.

9.3.2. Gusano Verde

Clase: Insecta

Orden: Coleóptera

Familia: Cucurlionidae

Nombre Científico:

Hypera postica, *Phytonomus variabilis*



Gusano verde
Fuente: Viarural.com

a) Características

Estado	Tamaño	Características
Larva	8-10 mm	Ápoda, color verde con una línea blanca longitudinal y la cabeza color castaño.
Adulto	6 mm	Marrón con una banda ancha más clara.

b) Daños al Cultivo

El adulto inverna en el suelo, en inicio de lluvias la hembra hace la puesta de huevos en el interior del tallo. La larva resultante se alimenta de los brotes, tras completar su ciclo fabrica un capullo blanco en la parte baja de la planta. Los adultos aparecen en época sin lluvia, se alimentan durante un periodo corto y luego entran en diapausa estival (en descanso) para volver en meses antes de las lluvias. Luego hay otra generación cuyas larvas no evolucionan debido al último corte de la alfalfa y la llegada del invierno. Los adultos que realizaron la puesta en periodo seco, invernan cerrando el ciclo.

9.3.3. Gusano negro o Cuca

Clase: Insecta

Orden: Coleóptera

Familia: Cucurlionidae

Nombre Científico: *Colaspidea atrum*



Gusano negro
Fuente: Viarural.com

a) Características

Estado	Tamaño	Características
Larva	Al nacer 1mm	Las larvas al nacer son peludas y de color amarillo rojizo, que va oscureciéndose a medida que crecen hasta ser de color negro.
Adulto	5 mm a 1cm	Son de forma oval y color negro

b) Daños al Cultivo

Las larvas jóvenes se alimentan de los brotes tiernos, en estado larvario habitan sobre el follaje, devoran los limbos de las hojas a excepción de la nervadura central, reduciendo considerablemente la producción primaveral de alfalfa. Tienen la capacidad de enrollarse en sí mismas, luego del primer corte desaparece hasta la primera cosecha, ya que solo tiene una generación al año.

Control del Gusano Verde y Gusano Negro

Biológico	Cultural	Etológico
Protección con enemigos naturales: - Parasitoides: Trioxys complanatus	- Adelantar el corte de la alfalfa - Eliminación de Malezas y restos del cultivo anterior.	Trampas Etológicas: - Feromonas - Colocación de trampas de luz, trampas amarillas.

Ecológico: Agua jabonosa con tabaco, cenizas de madera, cal apagada, preparado de ajo alcoholizado, infusión de ajenojo.

9.4. Plagas Potenciales

Se pueden considerar como plagas potenciales, por que siempre están presentes, en condiciones normales no causan daño al cultivo.

9.4.1. Trips

Clase: Insecta

Orden: Thysanoptera

Familia: Thripidae

Género: Frankliniella

Nombre Científico: **Frankliniella sp.**



Trips
Fuente: Viarural.com

a) Características

Estado	Tamaño	Características
Adulto	1 mm a 1,4 mm	La mayoría de estos trips suelen ser hembras y se reproducen por partenogénesis. Son de forma oval y color negro

b) Daños al Cultivo

Cuando aumenta la población, estos insectos pequeños se alimentan de las células de plantas, al romper los tejidos aparecen manchas blanquecinas en las hojas, peciolo y yemas.

c) Control de Trips:

Ecológico	Cultural	Etológico
Infusión de Salvia, Maceración de Ortiga y/o Infusión a base de Ortiga,	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminación de Malezas y restos del cultivo anterior. - En fuertes ataques, eliminar las hojas bajas de la planta. 	Trampas Etológicas: <ul style="list-style-type: none"> - Feromonas - Colocación de trampas cromáticas.

9.4.2. Chinche de la alfalfa

Orden: Hemiptera

Familia: Pentatomidae

Género: Nezara

Nombre Científico: **Nezara viridula**, **Lygus pratensis**



Chinche de la alfalfa
Fuente: Viarural.com

a) Daños al Cultivo

Son heterópteros de color verdoso que ocasionan daños en yemas, provocando la caída de flores, pudiendo llegar a reducir la producción de semilla en un 50%.

b) Control de Chinchas

Cultural	Etológico
<ul style="list-style-type: none"> - Eliminación de Malezas y restos del cultivo anterior. - Asociación de cultivos 	Trampas Etológicas: <ul style="list-style-type: none"> - Feromonas - Colocación de trampas amarillas.
Ecológico: Cenizas de madera alrededor de los tallos para impedir que suban	

9.4.3. Rosquilla o Gusano Gris

Orden: Lepidoptera

Familia: Noctuidae

Nombre Científico: **Prodenia litura**, **Agrotis segetis**



Gusano gris
Fuente: Viarural.com

a) Daños al Cultivo

Es una plaga polífaga cuya oruga de 3 cm de longitud se alimenta vorazmente por la noche desde finales de verano hasta otoño. Su erradicación se dificulta por su corto periodo de vida y eficiente reproducción.

b) Control de la Rosquilla o Gusano Gris

El control es similar a la de los gusano verde y negro

9.4.4. Acaros

Clase: Arachnida

Orden: Prostigmata

Familia: Tetranychidae

Género: Tetranychus

Nombre Científico: **Tetranychus sp.**



Acaros
Fuente: Viarural.com

a) Daños al Cultivo

Se trata de un pequeño arácnido, que se concentra en la parte inferior de las hojas, de las que se alimenta y en las que pone sus huevos. Los síntomas se manifiestan con puntos translucidos que se tornan marrones o negros con el tiempo.

b) Control de Ácaros

Ecológico	Cultural
Ortigas secas en infusión, purín en fermentación de ortiga, infusión de helechos, preparación de jabón, pieles de cebolla, infusión de extracto de ajo.	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminación de malezas y restos del cultivo anterior. - Limpieza en las plantas hospederas.

9.4.5. Gorgojos

Clase: Insecta

Orden: Coleóptera

Suborden: Polyphaga

Familia: Cucurliionidae

Nombre Científico: *Tychius* sp.; *Hypera postica* Gyllenhal



Gorgojo
Fuente: Viarural.com

a) Características:

Estado	Tamaño	Características
Larva	Al nacer 1mm	Las larvas recién encubadas del gorgojo de la alfalfa son muy pequeñas y de color amarillo verdoso con las cabezas de color negro, pero trascienden más adelante a color verde.
Adulto	5-7 mm	Son de color marrón claro con una franja oscura que se extiende hacia abajo su línea media. Siendo gorgojos, tienen un pico estrecho distintivo o rostrum que se extiende hacia delante de su cabeza.

b) Daños al Cultivo:

Las larvas desfolian las hojas de alfalfa y su alimentación reduce el rendimiento, la calidad y la salud del tallo. El daño del gorgojo normalmente se concentra en el primer

corte de la alfalfa (en la mayoría de años, las larvas del gorgojo están fuera de los campos a mediados de junio), pero el impacto de los gorgojos en el primer corte puede influir negativamente en vigor del segundo corte.

c) Control del Gorgojo

Ecológico	Cultural	Etológico
Extractos naturales de tola, Nim, macerado de tabaco, infusión de ajenojo.	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminación de Malezas y restos del cultivo anterior. - Adelantar el corte de la alfalfa - Buena preparación del Suelo 	Trampas Etológicas: <ul style="list-style-type: none"> - Feromonas - Colocación de trampas de luz, trampas cromáticas

9.5. Plagas Ocasionales o Temporales

Son en las que aparecen en algunas épocas, sus poblaciones pueden o no causar daños.

Cuadro 20. Clasificación de las plagas Ocasionales

Moscas de la alfalfa (Larvas)	Pulguilla	Apion
Contarinia medicaginis atacan las causando la llamada Cecidomina.	Sminturus viridis: Ataca las hojas de la alfalfa durante el invierno y principios de la primavera.	Apion pisi, Apion apricans: Las larvas producen daños en las yemas terminales durante el periodo vegetativo y puede afectar el primer corte.
Contarinia medicaginis atacan las causando la llamada Cecidomina.	Los síntomas se manifiestan en las hojas que aparecen taladradas, y al progresar el ataque quedan reducidas al esqueleto de sus venas.	Los adultos realizan una puesta pre-invernal y se detecta mayor presencia de huevos y larvas alojadas en el interior de las yemas.
Contarinia medicaginis atacan las causando la llamada Cecidomina.		

Nematodos:

Los síntomas producidos por *Ditylenchus dispaci* se manifiestan en el alfalfar en los brotes de la corona, que da lugar a tallos cortos, frágiles con nudos anchos y entrenudos cortos.

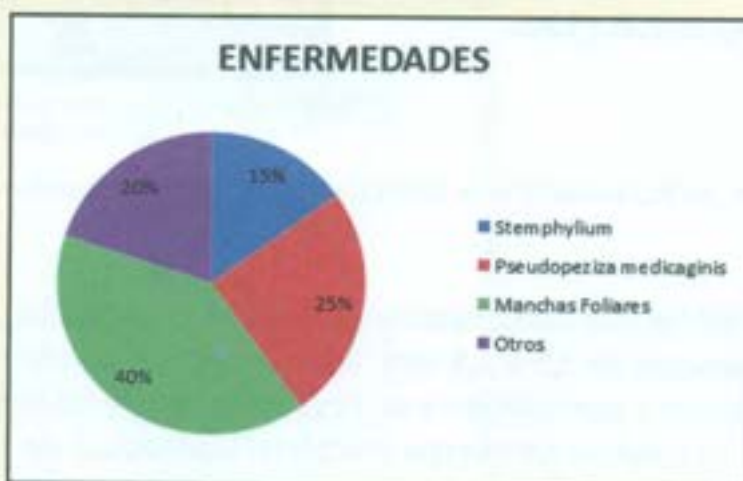
Pratylenchus penetrans, *Meloidogine sp.* y *Trichodorus sp.* Atacan más las raíces, dando lugar a una reducción del crecimiento de la planta.

9.6. Enfermedades de la alfalfa

Se entiende por enfermedad a toda alteración o daño que no solo dificulta el normal desarrollo y funcionamiento de la planta sino también su aspecto.

En el altiplano las enfermedades más comunes son causadas por hongos, bacterias y nematodos solo en pocos casos se observa la propagación de un virus.

Figura 3. Enfermedades más Comunes



El monitoreo de las enfermedades se efectuó en la época seca, delimitando un área de 1m².

Existen dos grupos de las enfermedades de alfalfa:

- Las enfermedades infecciosas son causadas por patógenos y parásitos, incluyendo: bacterias, hongos, pseudomicoplasmas, nemátodos, virus y plantas parásitas.
- Las enfermedades no infecciosas son causadas por agentes abióticos, tales como: contaminantes presentes en el aire, desbalance de nutrimentos en el suelo, déficit de agua, temperaturas extremas, herbicidas, daños mecánicos, así como por agentes bióticos, que incluye factores genéticos, fallas en la nodulación y daño por insectos.

9.6.1 Principales Enfermedades

A continuación se describen las enfermedades más importantes de alfalfa en el Altiplano.

9.6.1.1 Viruela de la Alfalfa

(Mancha Común; Mancha Negra de la Hoja; Peca de la alfalfa; Alfalfa leaf spot)

ETIOLOGÍA:

CLASE: Ascomycete
SUBCLASE: Euascomycetidae
GRUPO: Discomicetes
FAMILIA: Phacidiaceae.
Pseudopeziza
medicaginis (Lib.) Sacc.



Viruela de la alfalfa
Fuente: Viarural.com

Sin.: *P. trifolii* (Biv.-Bern. ex Fr.) Fuckel f. *spp. medicaginis-sativae* Schmiedeknecht.

a. Sintomatología

En las hojas, sobre todo las inferiores, se observan manchas pequeñas, circulares, de color café a negro, con diámetro de 1,5 a 2,5 mm, las lesiones completamente desarrolladas, usualmente no coalescen y generalmente se desarrolla sólo en las hojas. En el centro de una lesión madura se observa un cuerpo fructífero (apotecios) de hasta un milímetro de diámetro de color café claro, en forma de disco elevado y con márgenes definidos. Las hojas recién infectadas se tornan amarillentas y se caen conforme progresa la enfermedad.

b. Ecología:

La intensidad máxima de la enfermedad se observa durante el tiempo más cálido y húmedo. Las ascosporas comienzan a germinar a temperaturas de 7-14°C y humedad relativa del 97-100%. Temperatura óptima para la germinación de la espora es 20°C. Lluvias, rocío y corrientes de aire ascendente, favorecen la formación de esporas y su diseminación. La incidencia de la enfermedad y la intensidad disminuyen si el verano no es muy húmedo.

c. Tipo de daño e importancia:

Aunque las plantas no son destruidas por la enfermedad, la defoliación causa pérdida de vigor, reduce su calidad y rendimiento en heno. El desarrollo de la enfermedad y su daño aumentan con la edad del cultivo. La enfermedad puede causar la abscisión de las hojas disminuyendo el 15% de peso en heno. La cantidad de proteína se reduce en un 10%.

d. Distribución:

Enfermedad cosmopolita. En Bolivia se la reporta para Cochabamba.

e. Control:

Se aconseja anticipar los cortes cuando el ataque es severo a fin de evitar la maduración de los apotecios. Eliminación de residuos en la estación de invierno. Cultivo de alfalfa en mezclas con otras especies leguminosas o cereales. Cultivo de variedades resistentes. Fertilización (especialmente con potasio) y buenas prácticas de manejo también pueden ayudar a reducir las pérdidas.

9.6.1.2. Mildiu de la Alfalfa

(Downy mildew)

ETIOLOGÍA:

CLASE: Oomycetos.

SUBCLASE: Oomycetidae.

ORDEN: Peronosporales.

FAMILIA: Peronosporaceae

Peronospora trifoliorum De Bary

Sin.: *P. aestivalis* Syd.



Mildiu de la alfalfa
Fuente: Viarural.com

a. Sintomatología:

Los folíolos amarillean con aspecto variegado, especialmente en el ápice del tallo; si las condiciones ambientales son húmedas se presenta eflorescencia blanco-grisácea en el envés. El alargamiento de los entrenudos es reducido, los tallos son más pequeños y los folíolos retorcidos y enrollados en las infecciones graves. Finalmente se produce la defoliación.

b. Ecología:

Parásito biótrofo, cuyo micelio inverna en la corteza de las ramas, yemas y corona. Los conidios de los brotes sobrevivientes y de los infectados en verano proveen el inóculo primario. Los conidios se producen en oscuridad y con alta humedad relativa. Son frágiles y solo pueden sobrevivir de pocas horas a pocos días, dependiendo de las condiciones ambientales. La diseminación es por el viento o por salpicadura de la lluvia.

Solo las hojas jóvenes son susceptibles a la infección. El ciclo de la enfermedad se repite cada 5 días bajo condiciones favorables.

c. Tipo de daño e importancia:

No es una enfermedad muy frecuente pero su ataque resulta especialmente peligroso en el establecimiento. El primer año los cultivos de alfalfa sufren más. La enfermedad causa

una restricción del crecimiento y desarrollo, y a veces se observa completa destrucción de las plantas. Con una severidad alta, el contenido de proteína se reduce en un 15%.

d. Distribución:

Esta enfermedad está ampliamente difundida por las zonas templadas de todo el mundo. En Bolivia se la reporta para Cochabamba y Santa Cruz.

e. Control:

Para combatir el mildiu de la alfalfa, se aconseja anticipar los cortes en los cultivos muy atacados y establecer el cultivo en terrenos altos y bien soleados. Para evitar la fuente de inóculo primario, cortar las hojas jóvenes que presenten los síntomas y bajar la humedad del suelo mediante su removido. Utilizar variedades resistentes.

9.6.1.3. Manchas de la Hoja de la Alfalfa

(Mancha de la hoja; Leaf spot; Lepto)

ETIOLOGÍA:

CLASE: Ascomycetes.

SUBCLASE: Loculoascomycetidae .

ORDEN: Dothideales.

FAMILIA: Pseudosphaeriaceae

Leptosphaerulina briosiana

(Pollacci) J. H. Graham and Luttrell

Sin.:

Leptosphaerulina trifolii (Rostr.),

Pseudoplea briosiana (Pollacci),

Pleosphaerulina briosiana (Pollacci),

Pseudoplea briosiana (Pollacci) Hohn.,

Pseudoplea medicaginis (L. E. Miles).



Manchas de la hoja de alfalfa
Fuente: Viarural.com

a. Sintomatología:

Fácil de confundir con otras lesiones foliares. Se inicia en las hojas de rebrote, que muestran en el haz pequeñas puntuaciones amarillentas, las mismas se tornan circulares y necróticas, color marrón en el centro, borde oscuro y presencia de halo amarillento.

b. Ecología:

En la parte central de las manchas se encuentran (a manera de puntos negros) distribuidos los peritecios de donde posteriormente se diseminarán las ascosporas vía agua o aire. La mayor incidencia se produce en las hojas nuevas, durante los meses de primavera

y verano. En invierno el hongo permanece en restos de plantas atacadas. Es frecuente que la fase de esporulación coincida con la fase de floración del cultivo. Favorece la alta humedad relativa en época de lluvias.

c. Tipo de daño e importancia:

Este tipo de mancha foliar tiene su mayor severidad en la parte media del follaje; cuando las manchas son grandes y abundantes, formando áreas necrosadas e incoloras, los folíolos permanecen adheridos al tallo por algún tiempo, incluso la planta se achaparra.

d. Distribución:

Enfermedad cosmopolita. En Bolivia se la reporta para Cochabamba.

e. Control:

Se aconseja el corte y retiro anticipados.

9.6.2. Roya de la Alfalfa

(Rust of alfalfa)

ETIOLOGÍA:

CLASE: Basidiomycetos.

SUBLCASE: Teliomycetidae.

ORDEN: Uredinales.

FAMILIA: Puccinaceae.

Uromyces striatus (J. Schroet.)

Sin.: *U. striatus* var. *Medicaginis* (Pass) Arth.



Roya de la alfalfa
Fuente: Viarural.com

a. Sintomatología:

En las hojas, tallos y peciolo se producen pequeñas pústulas uredosóricas de 0,5 a 2 mm de diámetro de color anaranjado. Las plantas muy atacadas presentan hojas que se tornan amarillas y luego se defolian. En plántulas pequeñas el crecimiento puede detenerse.

b. Ecología:

El hongo tolera un amplio rango de temperatura. En regiones cálidas produce urediniosporas todo el invierno que permanecen viables por varios meses. Germinan en condiciones húmedas del 40-50 % con 15 a 25 °C y llega a reproducirse cada 7 días a 25 °C, o cada 15 días con 30 °C.

c. Tipo de daño e importancia:

La enfermedad ocasiona la disminución en producción de heno y la reducción de su valor nutricional. En alta severidad está marcada la disminución de la productividad de semilla en un 25%.

d. Distribución:

Enfermedad cosmopolita. En Bolivia se la reporta para Cochabamba, Santa Cruz.

e. Control:

Buscar las condiciones óptimas para cosecha y elaboración de heno, es decir, en el comienzo de la floración. También son favorables las medidas agronómicas como son la limpieza en los márgenes del campo y los bancos de canal de riego de silvestre especies de Alfalfa y Euphorbia. Se debe identificar cultivares resistentes.

9.6.1.4. Stemphylium (Tizón Foliar)

ETIOLOGÍA:

CLASE: Deuteromycetes.

ORDEN: Moniliales.

FAMILIA: Moniliaceae

Sin.: *Stemphylium botryosum* Wallr.



Tizón foliar
Fuente: Viarural.com

a. Sintomatología:

Causa manchas ovales de color café claro, rodeadas por un halo ligeramente amarillo. En condiciones severas se observa un amarillamiento, caída prematura de hojas y también el ennegrecimiento del tallo.

b. Ecología:

Aunque la enfermedad puede presentarse en cualquier estación de crecimiento, prevalece en periodos calientes y húmedos del final del verano hasta principios de otoño.

c. Tipo de daño e importancia:

El tizón foliar es una de las enfermedades mas comunes de la alfalfa, causando una significativa defoliación durante periodos calientes y húmedos en verano y otoño

d. Distribución:

Enfermedad cosmopolita. En Bolivia se la reporta para Cochabamba, Santa Cruz.

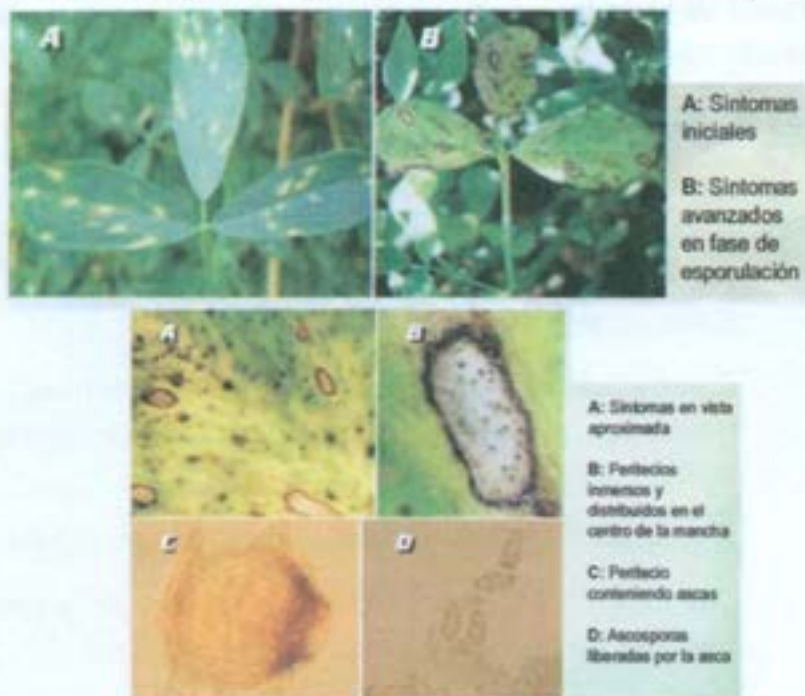
e. Control:

No se han reportado variedades resistentes. Sin embargo pueden utilizarse variedades con baja a moderado nivel de resistencia.

9.7. Deficiencias Nutricionales**Cuadro 21. Síntomas de deficiencias nutricionales**

NUTRIENTES	SÍNTOMAS
Nitrógeno	Color verde, claro amarillento
Fósforo	Color verde azulado, crecimiento erecto con los folíolos duros y pequeños. El envés de la hoja y los tallos suelen tomar un color rojizo o púrpura.
Potasio	Pequeñas manchas blancas, alrededor del borde de los folíolos.
Calcio	Crecimiento defectuoso o podredumbre de la raíz, colapso de los peciolo de las hojas maduras mas jóvenes.
Magnesio	Clorosis intervenal en las hojas inferiores
Azufre	Color verde claro similar a nitrógeno, crecimiento débil.
Boro	Amarillamiento de las hojas y acortamiento de los tallos.
Manganeso	Clorosis intervenal de las hojas jóvenes
Hierro	Clorosis intervenal de las hojas mas jóvenes, aspecto descolorido
Zinc	Hojas de tamaño reducido y enrollamiento de las hojas mas jóvenes
Cobre	Severa curvatura de los peciolo, manchas grisáceas en folíolo central
Molibdeno	Color verde claro y crecimiento reducido como en el caso del N

Mancha común causada por *Pseudopeziza*



Mancha foliar causada por *Lethosphaerulina*



Fuente: La violeta - SEFO, 2011

CAPÍTULO X

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE ALFALFA EN EL ALTIPLANO

Para determinar los costos de producción, se han tomado en cuenta dos aspectos: Costos de implantación y costos de cosecha y conservación, siendo el detalle el siguiente:

a) Costos de implantación del cultivo de alfalfa por hectárea

Se han tomado en cuenta el cultivo puro o asociado con pastos, asimismo las horas tractor para preparar el suelo y los insumos necesarios, de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro 22. Costo de implantación de alfalfa pura o asociada con pastos

CONCEPTO	Unid.	Cant.	C.Unit. (Bs.)	Total (Bs)
Labores para la siembra				
Roturación (alquiler de maquinaria)	hr	4	120	480
Rastrada y Siembra (alquiler maquinaria)	hr	4	120	480
Cruzada (nivelado)	hr	2	120	240
M. de obra p/nivelado y bordeado	Jornal	6	100	600
M. de obra, siembra	Jornal	1	100	100
M. de obra p/tapado y rastrillado	Jornal	2	100	200
Total labores				2.100
Insumos				
Semilla de alfalfa	kg	20	115	2300,0
Semilla de cebada	kg	40	11	440,0
Total insumos				2.740
Total implantación				4.840

El costo de implantación por hectárea de alfalfa, utilizando la cebada de cultivo de cobertura es de Bs 4.840.- (695,4 \$us, t/c=6.96 Bs/\$us).

b) Costos de cosecha del cultivo de alfalfa por hectárea

Se considera para los costos de cosecha, principalmente mano de obra y transporte de acuerdo al siguiente detalle:

Cuadro 23. Costo de cosecha del cultivo de alfalfa (ha)

Cosecha	Unid.	Cant.	C.Unit. (Bs.)	Total (Bs)
Transporte, alfalfa verde	camión	4	120	480
M. de obra (2.5 cortes/año)	jornal	8	100	800
M. de obra para recogido y carga	jornal	8	100	800
Total cosecha				2.080

Para calcular el costo por kg o qq de materia verde, es necesario contar con el rendimiento promedio del cultivo de alfalfa (30.502,6 kg de Materia Verde (MV), con 24,5% de Materia Seca (MS), citado por Rojas, et al. 2000) el mismo es el siguiente:

Producción de materia verde (kg.)	30.502,6		
Pérdida (10.0 %)	3.050,3	10,0%	
kg de materia verde neta	27.452		
Vida útil (años)	7,00		
Amortización anual (Bs/año)	691		
Costo cosecha (Bs)	2.080		
Total costo alfalfa verde/ha (Bs)	2.771		
		kg	Bs/qq
Costo/kg de M.VERDE cortada (Bs)	0,101	50	5,0

De acuerdo a este detalle, el costo de producción de M.V. es de Bs 0,101/kg, equivalente a 5,0 Bs/qq.

c) Costos de elaboración de heno del cultivo de alfalfa por hectárea

El detalle considerando el costo de cosecha anterior, es el siguiente:

Cuadro 24. Costo de henificación del cultivo de alfalfa (ha)

	Unidad	Cantidad	C. Unit. (Bs)	Total (Bs)
Total cosecha				2.080
Conservación (heno)				
Transporte henil (camión)	viajes	3	130	390
M. de obra p/tendido y secado	jornal	12	100	1200
M. de obra para recogido y carga	jornal	8	100	800
Subtotal conservación				2390
Total cosecha y conservación alfalfa				4.470

Para el cálculo del costo por kg o qq de heno (considerando un 90.1% de M.S., citado por Rojas, et al. 2000), es el siguiente:

Kg de heno alfalfa	8.294,3		
Pérdida (10 %)	829	10%	PERDIDAS!!
kg de heno neto	7.465		
Amortización	691		
Cosecha y conservación	4.470		
Costo total heno de alfalfa	5.161		
		kg	Bs/qq
Bs./kg. HENO alfalfa	0,691	50	34,6

El costo de producción por quintal (50 kg) de heno de alfalfa, corresponde a Bs 34,6, considerando los rendimientos de materia verde y porcentajes de materia seca mencionados anteriormente, que son considerados los más bajos comparado con los costos de producción de otros forrajes.

BIBLIOGRAFIA:

- Agencia Agraria Salcedo. 2012. *Alfalfa: Reina de las forrajeras*. Boletín Informativo. Puno – Perú.
- Al-Amoodi, L., 2011. *Alfalfa Management Guide*. U.S.A. University Wisconsin-Extension, Cooperative Extension, 59 p.
- Alarcón, B., Cervantes, T., 2012. *Manual para la producción de semilla de alfalfa en el Valle del Mezquital, Hidalgo*. México. Universidad Autónoma Chapingo, Dpto. Zootecnia, Fundación Hidalgo, 77 p.
- Andía, W., Argote, G., 2006. *Guía práctica de pastos cultivados, Instalación, producción, y manejo*. Perú. Resesa, 20 p.
- Aquino, E. 2010. *Cultivo de alfalfa dormante bajo riego para zona alto andina y altiplánica: Instalación, Producción, Manejo y Uso*. Proyecto de Promoción al Desarrollo Rural en el Altiplano SUMA UMA – JICA. Primera Edición
- Atahuachi, H.V., 2001. *Riego y fertilización fosforada en once cultivares de alfalfa en dos zonas del Altiplano del Departamento de La Paz*. Tesis de grado de la Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz, Bolivia.
- Basigalup, D., 2014. *Avances en Alfalfa*. Argentina. INTA, 97 p.
- Bocangel, M. 2006. *Evaluación de tres variedades de alfalfa en tres pisos ecológicos en el extremo Norte de Potosí*. Proyecto de Gestión de Riesgos y Seguridad Alimentaria en la cuenca de San Pedro. San Pedro de Buena Vista – Bolivia.
- Carrea, R. y Salgado, D. 2013. *Manejo del pastoreo en alfalfa*. Cartilla de divulgación técnica: Agrícola y Agroindustrial. N° 39. Facultad de Ciencias Agrarias – UNCa.
- Castro, N.F., 1998. *Efectos de la aplicación de cal y fósforo e inoculación con Rhizobium meliloti en el rendimiento de alfalfa en Colomí, Cochabamba, Bolivia*. Tesis de grado de la Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz, Bolivia.
- Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta” CIF – UMSS. 2002. *Descripción de cultivares de alfalfa manejados por el CIF y SEFO*. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Departamento de Fitotecnia. Cochabamba, Bolivia. Serie Boletines Técnico – Divulgativos.
- Censo Agropecuario de 1950: Versión reeditada y digitalizada por la Fundación TIERRA. Serie Documento Históricos. MACA, INE y FAO. La Paz – Bolivia.
- Clavijo, E. y Cadena P.C. *Producción y calidad nutricional de la alfalfa (Medicago sativa) sembrada en dos ambientes diferentes y cosechada en distintos estadios fenológicos*. Universidad de La Salle. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Bogotá, Colombia.
- Churquina, M.V., 1995. *Efecto de la inoculación de seis cepas de Rhizobium meliloti y fertilización fosfatada en alfalfa*. Tesis de grado de la Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz, Bolivia.
- Delgado, I., Muñoz, F., Andueza, D., 2005. *El cultivo de la alfalfa en Aragón*. Recientes ensayos sobre variedades. España. Dirección General de Desarrollo Rural, Centro de Técnicas Agrarias, 16 p.

- Financiera Rural. 2010. *Monografía de la Alfalfa Verde*. Financiera Rural. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. México.
- Forratec. 2008. *10 claves para lograr el mejor lote de alfalfa*. Argentina. Manual técnico forratec No. 2, 68 p.
- Franqueville, A. y Vargas, E. 1990. *La cuenca lechera de La Paz – Bolivia: Producción, comercialización y calidad de la leche vendida por las lecheras en la ciudad de La Paz*. Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición y ORSTOM. La Paz – Bolivia.
- García, J., 1984. *El Cultivo de la alfalfa en zonas húmedas*. España. Hojas Divulgadoras, Publicaciones de extensión agrícola, 20 p.
- INIFAP, CIRNOC, CELALA, SAGAR, 2000. *Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México*. Libro Técnico N° 2. Primera Edición. México.
- Mendoza, M. G., 2004. *Evaluación de dos métodos de riego: aspersión e inundación en el cultivo de la alfalfa (Medicago sativa) en la Provincia Los Andes – La Paz*. Tesis de grado de la Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz, Bolivia.
- Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios (MACA). 2004. *Identificación, mapeo y análisis competitivo de la cadena lechera de origen bovino y productos lácteos*. 231 p
- Levitus, G. et al. 2010. *Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II*. ArgenBio. INTA. Primera Edición.
- Montico, M.L. y Rodríguez, M.G. *El Empaste, un problema permanente*. CORFO R.C. Argentina.
- Muslera Pardo – C. Ratera. 1991. *Praderas y forrajes: Producción y aprovechamiento*. Ediciones Mundi – Prensa. 674 p.
- Orloff, S., Peterson, N., Reed, B., 2007. *Irrigated Alfalfa Management, for Mediterranean and Desert Zones*. U.S.A. University of California, 7 p.
- Pro Mercado/SAGARPA.2009. *Diseño de Estrategias de Mercado, Logísticas y de Adecuación de Productos para la Integración de la Alfalfa Mexicana en el Comercio Global de Forrajes*. Disponible en <http://www.tisconsulting.org>. Consultado el 23 de agosto de 2014. TISConsultingGroup. México.
- Puch, R. *Evaluación de Seis Especies Forrajeras Promisorias, en Tres Momentos de Corte en el Altiplano de Potosí*. Asociación Boliviana de Producción Animal. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. 2012. *Memoria XIX Reunión Nacional de ABOPA La ganadería: Fuerza impulsora de la Seguridad Alimentaria*. La Paz, 6 al 8 de septiembre de 2012. Editor: Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta” CIF – UMSS. Cochabamba, Bolivia. 380 p.
- Quisbert, Ch.J., 1997. *Recuperación de una pradera de alfalfa (Medicago sativa) mediante subsolado en la Provincia Aroma*. Tesis de grado de la Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz, Bolivia.
- Rojas, A. *Rendimiento y Composición Nutritiva de Avena, Cebada y Alfalfa en Diferentes Fases Fenológicas y Tres Zonas de la Cuenca Lechera de La Paz*. PDLA. Asociación Boliviana de Producción Animal. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. 2012. *Memoria XIX Reunión Nacional de ABOPA La ganadería: Fuerza impulsora de la Seguridad Alimentaria*. La Paz, 6 al

8 de septiembre de 2012. Editor: Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" CIF – UMSS. Cochabamba, Bolivia. 380 p.

Sánchez, C. 2012. Cultivo y Producción de Pastos y Forrajes. Ediciones RIPALME. Primera Edición. Primera Reimpresión 2012. Lima – Perú.

Shubat, M. Técnicas agronómicas para el cultivo de la alfalfa. Northrup King. U.S.A.

Tarqui, V.M., 2005. Efecto del riego por aspersión en el establecimiento y producción de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en dos métodos de siembra en la estación experimental Belén. Tesis de grado de la Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz, Bolivia.

Tazola, Q.V., 2007. Evaluación de la producción de una pradera de alfalfa (*Medicago sativa* L.) asociada con festuca (*Festuca arundinaceae* Scherb.) bajo diferentes laminas de riego y profundidades de aplicación de fosforo en Choquenaira (Viacha. Prov. Ingavi). Tesis de grado de la Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz, Bolivia.

En Línea

Espinoza, J., Ramos, J., El cultivo de la Alfalfa y su Tecnología de manejo. Consultado el 3 de marzo del 2014 en, <http://www.aguascalientes.gob.mx/codagea/produce/fp22.html>

Arenas, J., Manual de Fertilización , Manejo de forrajes y pastos cultivados, consultado el 14 de agosto 2014 en , <http://www.perucam.com/presen/pdf/11.%20Manual%20t%E9cnico%20en%20forrajes%20y%20pastos%20cultivados.pdf>

Becker, G., Alfalfa: ¿Sembrar a fines de verano o en primavera?. Consultado el 3 de mayo del 2014, en <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210137.pdf>

Martínez, A., 1998. Recomendaciones para la siembra de alfalfa. Tecnología Agroalimentaria, CIATA. consultado el 14 de julio 2014 en, <http://ria.asturias.es/RIA/bitstream/123456789/1578/1/recomendaciones.pdf>

Morales, M., 2013. Cultivo de la alfalfa: siembra. Argentina. Estación Experimental Agropecuaria San Juan - INTA. consultado el 14 de julio 2014 en, http://inta.gob.ar/documentos/cultivo-de-la-alfalfa-siembra/at_multi_download/file/INTA-HI19AlfalfaSiembra%20%284%29.pdf.

ANEXOS

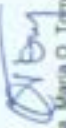
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y BIQUÍMICAS
INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO E INVESTIGACIÓN EN
SALUD (ISLADIS)
LABORATORIO DE BIOMATOLOGÍA
Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
Resolución Ministerial No.0177 Decreto Supremo No. 25729

	INFORME DE RESULTADOS				CÓDIGO: 0057782 0057783	
	LABORATORIO DE BIOMATOLOGIA					
	0179/14					
	Informe N°:					
	Producto:	ALFALFA PM V-M4	Variedad:	VALADOR		
Marca:	S.M	Razón Social:	UNSA Facultad de Agronomía			
Procedencia:	Municipio Pucarani - Comunidad Marquivilí					
Fecha de recepción muestra:	2014/10/13			Fecha de emisión de resultados:	2014/10/30	
Fecha de inicio de ensayos:	2014/10/14					

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	METODO DE ENSAYO
MATERIA SÓLIDA	%	72.41.-	GRAVIMETRÍA
PROTEÍNA	%	12.45.-	KJENDHAL
CARBOHIDRATOS	%	4.99.-	FEHLING
GRASA	%	0.206.-	BARSHAL
FIBRA	%	11.02.-	HIDROLISIS ACIDO BASE
VALOR ENERGÉTICO	Kcal/100g M	71.614.-	CALCULO
NITRÓGENO	%	1.68.-	KJENDHAL
CALCIO	mg/100g	453.56.-	VOLUMETRÍA
FOSFORO	mg/100g	82.8.-	ESPECTROFOTOMETRÍA
MAGNESIO	mg/100g	275.53.-	FOTOMETRÍA
POTASIO	mg/100g	106.81.-	E.A.A.

MSD: No Se Detecta / SLR: Sin Límite de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica / <LD menor al límite de detección.


Dra. Maria O. Torrez T.
Bioquímica-Farmacéutica

Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresó al laboratorio NIE. Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y BIQUÍMICAS
INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO E INVESTIGACIÓN EN
SALUD (ISLADIS)
LABORATORIO DE BIOMATOLOGÍA
Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
Resolución Ministerial No.0177 Decreto Supremo No. 25729

		INFORME DE RESULTADOS		CÓDIGO: 0057782 0057783			
		LABORATORIO DE BIOMATOLOGIA					
Informe N°:		0191/14					
Producto:		ALFALFA PMR-MI		Variedad:		RANGER	
Marca:		S.M		Razón Social:		UNSA Facultad de Agronomía	
Procedencia:		Municipio Pucarani – Comunidad Marquivilí					
Fecha de recepción muestra:		2014/10/13		Fecha de emisión de resultados:		2014/10/20	
Fecha de inicio de ensayos:		2014/10/14					

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	METODO DE ENSAYO
MATERIA SÓLIDA	%	72.65.-	GRAVIMETRÍA
PROTEÍNA	%	14.87.-	KJENDHAL
CARBOHIDRATOS	%	5.75.-	FEHLING
GRASA	%	0.176.-	BARSHAL
FIBRA	%	8.74.-	HIDROLISIS ACIDO BASE
VALOR ENERGÉTICO	Kcal/100g M	84.064.-	CALCULO
NITRÓGENO	%	2.01.-	KJENDHAL
CALCIO	mg/100g	272.85.-	VOLUMETRÍA
FOSFORO	mg/100g	85.2.-	ESPECTROFOTOMETRÍA
MAGNESIO	mg/100g	165.76.-	FOTOMETRÍA
POTASIO	mg/100g	111.03.-	E.A.A.

MSD: No Se Detecta / SLR: Sin Límite de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica / <LD menor al límite de detección.


Dra. Maria O. Torrez T.
Bioquímica-Farmacéutica

Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresó al laboratorio NIE. Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y BIOQUÍMICAS
INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO E INVESTIGACIÓN EN
SALUD (SELADIN)
LABORATORIO DE BIOMATOLOGÍA
Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
Resolución Ministerial No.0177 Decreto Supremo No. 25729

	INFORME DE RESULTADOS			CÓDIGO: 0057782 0057783	
	LABORATORIO DE BIOMATOLOGIA				
Informe N°:	0176/14		Variedad:	PATRIARCA	
Producto:	ALFALFA PIA P-M4		Razón Social	UMSA Facultad de Agronomía	
Marca:	S/M				
Procedencia:	Municipio Pucarani – Comunidad Iglesia Arriba				
Fecha de recepción muestra:	2014/10/6		Fecha de emisión de resultados:	2014/10/20	
Fecha de inicio de ensayos:	2014/10/6				

RESULTADOS



ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	METODO DE ENSAYO
MATERIA SÓLIDA	%	72.85.-	GRAVIMETRÍA
PROTEÍNA	%	15.23.-	KJENDHAL
CARBOHIDRATOS	%	3.97.-	FEHLING
GRASA	%	0.070.-	BARSHAL
FIBRA	%	6.41.-	HIDROLISIS ACIDO BASE
VALOR ENERGÉTICO	Kcal/100g M	77.340.-	CALCULO
NITRÓGENO	%	2.06.-	KJENDHAL
CALDO	mg/100g	236.0.-	VOLUMETRÍA
FOSFORO	mg/100g	125.0.-	ESPECTROFOTOMETRÍA
MACRESIO	mg/100g	144.36.-	FOTOMETRÍA
POTASIO	mg/100g	699.61.-	E.A.A.

NOTA: No Se Detecta / S.R.: Sin Límite de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica / <LD menor al límite de detección.


Dra. Maria O. Torres T.
Bioquímica-Farmacéutica

Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresó al laboratorio NB. Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y BIOQUÍMICAS
INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO E INVESTIGACIÓN EN
SALUD (SELADIN)
LABORATORIO DE BIOMATOLOGÍA
Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
Resolución Ministerial No.0177 Decreto Supremo No. 25729

		INFORME DE RESULTADOS			
Informe N°:		LABORATORIO DE BIOMATOLOGIA			
Producto:		0175/14		Variedad:	
Marca:		ALFALFA PIA Bol-M3		BOLIVIA 2000	
Procedencia:		S/M		Razón Social	
		Municipio Pucarani - Comunidad Iglesia Arriba		UMSA Facultad de Agronomía	
Fecha de recepción muestra:		2014/10/6		Fecha de emisión de resultados:	
Fecha de inicio de ensayos:		2014/10/6		2014/10/20	

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	METODO DE ENSAYO
MATERIA SÓLIDA	%	74.65.-	GRAVIMETRÍA
PROTEÍNA	%	9.80.-	KJENDHAL
CARBOHIDRATOS	%	3.56.-	FEHLING
GRASA	%	0.078.-	BARSHAL
FIBRA	%	5.76.-	HIDROLISIS ACIDO BASE
VALOR ENERGÉTICO	Kcal/100g M	54.142.-	CALCULO
NITRÓGENO	%	1.32.-	KJENDHAL
CALDO	mg/100g	224.02.-	VOLUMETRÍA
FOSFORO	mg/100g	79.9.-	ESPECTROFOTOMETRÍA
MACRESIO	mg/100g	136.6.-	FOTOMETRÍA
POTASIO	mg/100g	499.59.-	E.A.A.

NOTA: No Se Detecta / S.R.: Sin Límite de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica / <LD menor al límite de detección.


Dra. Maria O. Torres T.
Bioquímica-Farmacéutica

Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresó al laboratorio NB. Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y BIQUÍMICAS
INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO E INVESTIGACIÓN EN
SALUD (SELABIS)

LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA

Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
Resolución Ministerial No.0177 Decreto Supremo No. 25729

INFORME DE RESULTADOS		CODIGO:	
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA		0057782	0057783
Informe N°:	0177/14		
Producción:	ALFALFA PIA A-M5	Variedad:	AFRICANA
Marca:	S/M	Razón Social:	UMSA Facultad de Agronomía
Procedencia:	Municipio Pucarani - Comunidad Iguala Arellano		
Fecha de recepción muestra:	2014/10/6	Fecha de emisión de resultados:	2014/10/30
Fecha de inicio de ensayos:	2014/10/6		

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	METODO DE ENSAYO
MATERIA SÓLIDA	%	72.35.-	GRAVIMETRÍA
PROTEÍNA	%	14.84.-	KJENDHAL
CARBOHIDRATOS	%	3.59.-	FEHLING
GRASA	%	0.106.-	BARSHAL
FIBRA	%	6.94.-	HIDROLISIS ACIDO BASE
VALOR ENERGÉTICO	Kcal/100g M	74.674.-	CALCULO
NITRÓGENO	%	2.01.-	KJENDHAL
CALCIO	mg/100g	117.48.-	VOLUMETRÍA
FOSFORO	mg/100g	103.43.-	ESPECTROFOTOMETRÍA
MAGNESIO	mg/100g	71.66.-	FOTOMETRÍA
POTASIO	mg/100g	662.83.-	E.A.A.

NSD: No Se Detecta / SLB: Sin Límite de Referencia / EAM: espectro de absorción atómica / <LD menor al límite de detección.

Dr. Maria O. Torres T.
Bioquímica-Farmacéutica

Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresó al laboratorio NB. Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y BIQUÍMICAS
INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO E INVESTIGACIÓN EN
SALUD (SELABIS)

LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA

Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
Resolución Ministerial No.0177 Decreto Supremo No. 25729

INFORME DE RESULTADOS		CODIGO:	
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA		0057782	0057783
Informe N°:	0178/14		
Producción:	ALFALFA PIA M-M6	Variedad:	MONARCA
Marca:	S/M	Razón Social:	UMSA Facultad de Agronomía
Procedencia:	Municipio Pucarani - Comunidad Iguala Arellano		
Fecha de recepción muestra:	2014/10/6	Fecha de emisión de resultados:	2014/10/30
Fecha de inicio de ensayos:	2014/10/6		

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	METODO DE ENSAYO
MATERIA SÓLIDA	%	74.37.-	GRAVIMETRÍA
PROTEÍNA	%	12.45.-	KJENDHAL
CARBOHIDRATOS	%	3.62.-	FEHLING
GRASA	%	0.040.-	BARSHAL
FIBRA	%	7.93.-	HIDROLISIS ACIDO BASE
VALOR ENERGÉTICO	Kcal/100g M	64.640.-	CALCULO
NITRÓGENO	%	1.68.-	KJENDHAL
CALCIO	mg/100g	245.46.-	VOLUMETRÍA
FOSFORO	mg/100g	99.6.-	ESPECTROFOTOMETRÍA
MAGNESIO	mg/100g	149.7.-	FOTOMETRÍA
POTASIO	mg/100g	370.36.-	E.A.A.

NSD: No Se Detecta / SLB: Sin Límite de Referencia / EAM: espectro de absorción atómica / <LD menor al límite de detección.

Dr. Maria O. Torres T.
Bioquímica-Farmacéutica

Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresó al laboratorio NB. Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical



MINISTERIO DE EDUCACION
INSTITUTO VENEZOLANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APPLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL



ANALISIS FISICO DE SUELOS

INTERESADO : FACULTAD DE AGRONOMIA
FECHA DE RECEPCION : 02 / Enero / 2015
FECHA DE ENTREGA : 11 / Enero / 2015
PROCEDENCIA : Departamento LA PAZ,
Provincia LOS ANDES,
Municipio PUCARANI

N° LAB.	EXAMEN	ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	CLASE TEXTURAL	GRASA %
052-01-2015	MACOLURINI H4	42	24	34	P	0.0
053-02-2015	MACOLURINI H5	4	33	63	PYL	0.0
054-03-2015	MACOLURINI H6	41	19	40	P	0.0
055-04-2015	MACOLURINI H7	1	35	64	PYL	0.0
056-05-2015	MACOLURINI H8	16	28	56	PYL	0.0
057-06-2015	MACOLURINI H9	1	44	55	YL	0.0
058-07-2015	MACOLURINI H10	38	42	20	Y	0.0
059-08-2015	MACOLURINI H11	23	24	53	PL	0.0
060-09-2015	MACOLURINI H12	25	21	54	PL	0.0
061-10-2015	MACOLURINI H13	19	36	45	PYL	13.2
062-11-2015	MACOLURINI H14	4	53	43	YL	0.0
063-12-2015	MACOLURINI H15	0	58	42	YL	0.0
064-13-2015	MACOLURINI H16	0	62	38	Y	0.0
065-14-2015	MACOLURINI H17	1	68	30	Y	0.0
066-15-2015	MACOLURINI H18	4	52	44	YL	0.0
067-16-2015	MACOLURINI H19	0	45	55	YL	0.0
068-17-2015	MACOLURINI H20	1	51	48	YL	0.0
069-18-2015	MACOLURINI H21	4	34	62	PYL	0.0

OBSERVACIONES:

CLASE TEXTURAL
F : Franco
L : Limoso
A : Arenoso
YA : Franco Arenoso
PYA : Franco Arcilloso Arenoso
YL : Franco Limoso
PYL : Franco Arcilloso Limoso
PL : Franco Limoso



FA : Franco Arenoso
AF : Arenoso Franco
PY : Franco Arcilloso
YL : Arcilloso Limoso
PYL : Franco Arcilloso Limoso
PL : Franco Limoso



MINISTERIO DE EDUCACION
INSTITUTO VENEZOLANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APPLICACIONES NUCLEARES
UNIDAD DE ANALISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO : FACULTAD DE AGRONOMIA
FECHA DE RECEPCION : 02 / Enero / 2015
FECHA DE ENTREGA : 11 / Enero / 2015
PROCEDENCIA : Departamento LA PAZ,
Provincia LOS ANDES,
Municipio PUCARANI
PROYECTO FORRAJES - PUCARANI, UMSA

DESCRIPCION : MUESTRA DE SUELO - Comunidad Agrícola, Código C- P2 - C3

N° LAB.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
052-01-2015	ARENA	1	%	Indicador de Bouyoucos
053-02-2015	ARCILLA	65	%	Indicador de Bouyoucos
054-03-2015	LIMO	34	%	Indicador de Bouyoucos
055-04-2015	CLASE TEXTURAL	Y		Indicador de Bouyoucos
056-05-2015	GRASA	0	%	Gravimetría
057-06-2015	CARBON ORGANICO	P		Reacción Brúce
058-07-2015	pH en agua 1:5	8.55	-	Potenciometría
059-08-2015	pH en KCl 1:5	8.39	-	Potenciometría
060-09-2015	Conductividad eléctrica en agua 1:5	1.185	dS/m	Potenciometría
061-10-2015	Adición de sodio (NaCl)	0.02	mg/100 g	Volumétrica
062-11-2015	Cálcio	8.54	mg/100 g	Absorción atómica
063-12-2015	Magnesio	7.75	mg/100 g	Absorción atómica
064-13-2015	Sodio	5.57	mg/100 g	Ensayo atómico
065-14-2015	Potasio	0.81	mg/100 g	Ensayo atómico
066-15-2015	Total de bases	22.48	mg/100 g	Suma de bases
067-16-2015	C.L.C.	22.50	mg/100 g	Volumétrica
068-17-2015	SATURACION BASICA	99.91	%	Cálculo matemático
069-18-2015	Muestra Orgánica	2.28	%	Walkley Black
070-19-2015	Nitrogeno total	0.12	%	Kjeldahl
071-20-2015	Proteína estimada	2.82	g/kg	Espectrofotométrico UV Visible

OBSERVACIONES:
Calores de Cambio extraídos con acetato de amonio 1N.
C.L.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.

CARBONATOS LIBRES: A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

CLASE TEXTURAL
F : Franco
L : Limoso
A : Arenoso
YA : Franco Arenoso
PYA : Franco Arcilloso Arenoso
YL : Arcilloso Limoso
PYL : Franco Arcilloso Limoso
PL : Franco Limoso



FA : Franco Arenoso
AF : Arenoso Franco
PY : Franco Arcilloso
YL : Arcilloso Limoso
PYL : Franco Arcilloso Limoso
PL : Franco Limoso





MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLOS TECNOLÓGICOS
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS

INTERESADO : UNISA - FACULTAD DE AGRONOMÍA
PROCEDENCIA : Departamento LA PAZ,
Provincia LOS ANDES,
Municipio PUCARANI
PROYECTO FORRAJES PUCARANI

DESCRIPCIÓN : Muestra de agua - Comunidad Musacaca - I

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
008-01-2015	pH	8.25	-	Potenciometría
008-02-2015	Conductividad eléctrica	329.00	µS/cm	Conductometría
008-03-2015	Sólidos	6.84	mg/L	Pesometría
008-04-2015	Proteína	0.72	mg/L	Pesometría
008-05-2015	Cálculo	34.13	mg/L	Alorimétrico álcalos
008-06-2015	Magnasio	14.63	mg/L	Alorimétrico álcalos
008-07-2015	Cenizas	2.80	mg/L	Método gravimétrico
008-08-2015	Colorantes	0.00	mg/L	Visuometría
008-09-2015	Reactivos	105.07	mg/L	Visuometría
008-10-2015	Sulfatos	8.27	mg/L	Espectrofotometría UV Visible
008-11-2015	Sulfatos Suspendedos	23.00	mg/L	Gravimétrico
008-12-2015	Sulfatos Totales	280.67	mg/L	Gravimétrico
008-13-2015	Sulfatos Disueltos	257.67	mg/L	Gravimétrico
008-14-2015	Boro	0.22	mg/L	Espectrofotometría UV Visible

OBSERVACIONES:



RESPONSABLE DE LABORATORIO
Jorge Escobar C.



MINISTERIO DE EDUCACION

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLOS TECNOLÓGICOS
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS

INTERESADO : UNISA - FACULTAD DE AGRONOMÍA
PROCEDENCIA : Departamento LA PAZ,
Provincia LOS ANDES,
Municipio PUCARANI
PROYECTO FORRAJES PUCARANI

DESCRIPCIÓN : Muestra de agua - Comunidad Epulaco arriba río - Musacaca I.

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
008-01-2015	pH	7.77	-	Potenciometría
008-02-2015	Conductividad eléctrica	1464.20	µS/cm	Conductometría
008-03-2015	Sólidos	114.01	mg/L	Pesometría
008-04-2015	Proteína	4.30	mg/L	Pesometría
008-05-2015	Cálculo	70.70	mg/L	Alorimétrico álcalos
008-06-2015	Magnasio	34.90	mg/L	Alorimétrico álcalos
008-07-2015	Cenizas	75.79	mg/L	Método gravimétrico
008-08-2015	Colorantes	0.00	mg/L	Visuometría
008-09-2015	Reactivos	82.84	mg/L	Visuometría
008-10-2015	Sulfatos	420.80	mg/L	Espectrofotometría UV Visible
008-11-2015	Sulfatos Suspendedos	40.20	mg/L	Gravimétrico
008-12-2015	Sulfatos Totales	926.48	mg/L	Gravimétrico
008-13-2015	Sulfatos Disueltos	886.48	mg/L	Gravimétrico
008-14-2015	Boro	0.43	mg/L	Espectrofotometría UV Visible

OBSERVACIONES:



RESPONSABLE DE LABORATORIO
Jorge Escobar C.

PROYECTO

**“INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA EN COMPARACIÓN
DE VARIEDADES DE FORRAJES DESTINADO A MEJORAR LA
PRODUCCIÓN DE GANADO LECHERO EN EL MUNICIPIO
DE PUCARANI”**

AUSPICIADO POR:



Gobierno Autónomo Municipal
PUCARANI

La Paz — Bolivia