

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**MANUAL DE PASTOS Y FORRAJES**



**AUTOR: Ing. Agro. Gustavo Horacio Celi Arévalo, Dr.**

**Pucallpa – Perú**

**2020**

## **PRESENTACIÓN**

Después de muchos años de estar ejerciendo la docencia universitaria en nuestra Alma Mater (Universidad Nacional de Ucayali), en la facultad de Ciencias Agropecuarias, escuela profesional de Agronomía, pongo a consideración del estamento docente y estudiantil, el “Manual de Pastos y Forrajes”, para que pueda ser una herramienta de consulta en el área mencionada y que a la vez coadyuve en la formación profesional de los futuros ingenieros agrónomos, de tal manera puedan actualizar los conocimientos referidos al campo de la forrajicultura, lo cual, estamos seguros redundará en incrementar la producción de los pastos a nivel de las tres regiones naturales de nuestro país, al poner en práctica los conocimientos adquiridos en este manual.

En tal sentido, dejo a disposición, especialmente de los estudiantes de agronomía e interesados, esta obra que es una compilación bibliográfica actualizada sobre temas inherentes a las pasturas.

**El autor.**

## INDICE

### UNIDAD I

#### GENERALIDADES, ESTABLECIMIENTO DE PASTURAS, SISTEMA

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| AGROSILVOPASTORIL.....                                    | 1  |
| 1. FORRAJES.....                                          | 1  |
| 1.1. Clasificación.....                                   | 1  |
| 1.1.1. Herbáceos Comunes.....                             | 1  |
| a) Pasto.....                                             | 1  |
| b) Hierba.....                                            | 2  |
| c) Paja.....                                              | 2  |
| 1.1.2. Herbáceos especiales.....                          | 4  |
| a) Árboles.....                                           | 4  |
| b) Arbustos.....                                          | 4  |
| c) Despuntos.....                                         | 5  |
| 1.1.3. Suculentos.....                                    | 6  |
| a) Tubérculo.....                                         | 6  |
| b) Raíz.....                                              | 6  |
| c) Fruto.....                                             | 8  |
| d) Planta.....                                            | 9  |
| 1.1.4. Concentrados.....                                  | 9  |
| 1.2. Definiciones.....                                    | 9  |
| 1.2.1. Forrajes.....                                      | 9  |
| 1.2.2. Unidad Animal (UA).....                            | 9  |
| 1.2.3. Capacidad de carga.....                            | 10 |
| 1.3. Distribución.....                                    | 10 |
| 1.3.1. Cultivados estacionales.....                       | 10 |
| 1.3.2. Cultivados perennes.....                           | 11 |
| 1.3.3. Naturales temporales.....                          | 12 |
| 1.3.4. Naturales permanentes.....                         | 12 |
| 1.4. Producción ganadera vacuna en la región Ucayali..... | 12 |
| 2. ESTABLECIMIENTO DE PASTURAS.....                       | 12 |
| 2.1. Etapas.....                                          | 12 |
| 2.1.1. Elección de terreno.....                           | 12 |
| 2.1.2. Preparación.....                                   | 13 |
| 2.1.2.1. Campos mecanizables.....                         | 14 |
| 2.1.2.2. Campos no mecanizables.....                      | 14 |
| a) Roza, tumba, quema y siembra. ....                     | 14 |
| b) Sobrepastoreo y siembra.....                           | 15 |
| c) Plateado y siembra.....                                | 16 |
| d) Macheteo y surcado o sobrepastoreo y surcado.....      | 16 |
| 2.1.2.3. Zonas tropicales.....                            | 16 |

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.3. Métodos de propagación.....                                 | 16 |
| 2.1.4. Siembra.....                                                | 17 |
| 2.1.5. Época de siembra.....                                       | 17 |
| 2.1.6. Resiembra de pastura.....                                   | 17 |
| 2.1.7. Corrección de las deficiencias minerales del suelo.....     | 17 |
| 2.1.8. Métodos y densidad de siembra.....                          | 18 |
| 2.1.9. Especies de propagación vegetativa.....                     | 19 |
| 2.1.10. Especies de propagación sexual.....                        | 19 |
| 2.1.11. Factores que afectan la densidad y métodos de siembra..... | 20 |
| 3. FERTILIZACION DE PASTURAS.....                                  | 20 |
| 3.1. Uso de nutrientes por poáceas y leguminosas.....              | 20 |
| 3.1.1. Poáceas.....                                                | 20 |
| 3.1.2. Leguminosas.....                                            | 21 |
| 3.1.3. Uso de la cal, papel que desempeña.....                     | 21 |
| 3.1.4. Uso del N.....                                              | 22 |
| 3.1.5. Uso del P.....                                              | 23 |
| 3.1.6. Uso del K.....                                              | 23 |
| 3.1.7. Economía en la aplicación de fertilizantes.....             | 23 |
| 3.1.8. Las leguminosas en la economía del N.....                   | 24 |

## UNIDAD II

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| POÁCEAS FORRAJERAS.....                                            | 28 |
| 1. DESCRIPCIÓN GENERAL.....                                        | 28 |
| 1.1. Poáceas forrajeras.....                                       | 28 |
| 1.2. Morfología.....                                               | 29 |
| 1.3. Especies de importancia en la costa, sierra y selva.....      | 30 |
| 2. POÁCEAS ANUALES.....                                            | 30 |
| a. Sorgo forrajero ( <i>Sorghum vulgare</i> ).....                 | 30 |
| b. Maíz Chala ( <i>Zea mays</i> L.). ....                          | 34 |
| c. Avena, Cebada y Centeno.....                                    | 38 |
| 3. POACEAS PERENNES DE CLIMA CÁLIDO.....                           | 43 |
| a. Pasto elefante ( <i>Pennisetum purpureum</i> , Schumach).....   | 43 |
| b. Pasto Castilla ( <i>Panicum máximum</i> , Jacq.). ....          | 46 |
| c. Yaragua ( <i>Hyparrhenia rufa</i> , Ness, Stapf).....           | 48 |
| d. Braquiaria común ( <i>Brachiaria decumbens</i> , Stapf).....    | 50 |
| e. Otras especies de poáceas tropicales.....                       | 51 |
| 4. POÁCEAS DE CLIMA TEMPLADO FRIO.....                             | 51 |
| a. Rye grass inglés ( <i>Lolium perenne</i> , L.).....             | 51 |
| b. Rye grass italiano ( <i>Lolium multiflorum</i> , L.).....       | 53 |
| c. Festuca alta o Tall ( <i>Festuca arundinacea</i> , Schreb)..... | 56 |
| d. Cebadilla ( <i>Bromus inermis</i> , L.).....                    | 58 |
| e. Otros pastos de clima templado – frio. ....                     | 60 |

### UNIDAD III

|                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| LEGUMINOSAS FORRAJERAS.....                                                                              | 63  |
| 1. DESCRIPCION GENERAL DE LAS LEGUMINOSAS.....                                                           | 63  |
| 1.1. Morfología de las leguminosas.....                                                                  | 63  |
| 2. ESPECIES DE IMPORTANCIA FORRAJERA.....                                                                | 63  |
| 2.1. El cultivo de la alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> , L.).....                                        | 63  |
| 2.2. Faseolas y hedisareas forrajeras, Kudzu tropical ( <i>Pueraria phaseoloides</i> , Roxb, Benth)..... | 69  |
| 2.3. Centro ( <i>Centrosema pubescens</i> , Benth).....                                                  | 71  |
| 2.4. Cultivar Pucallpa ( <i>Stylosanthes guianensis</i> , CIAT 184, Aubl, Sw).....                       | 72  |
| 2.5. Desmodio ( <i>Desmodium sp</i> ).....                                                               | 76  |
| 2.6. Otras especies de clima cálido tropical.....                                                        | 77  |
| a. Frijol de palo ( <i>Cajanus cajan</i> ).....                                                          | 77  |
| b. Mucuna ( <i>Mucuna pruriens</i> ).....                                                                | 82  |
| c. Soya forrajera ( <i>Glycine max</i> ).....                                                            | 84  |
| d. Lucerna ( <i>Leucaena leucocephala</i> ).....                                                         | 85  |
| e. Maní forrajero ( <i>Arachis pintoii</i> ).....                                                        | 88  |
| 2.7. Especies de clima frío templado.....                                                                | 91  |
| a. Trébol blanco ( <i>Trifolium repens</i> ).....                                                        | 91  |
| b. Trébol rojo ( <i>Trifolium pratense</i> ).....                                                        | 96  |
| c. Trébol encarnado ( <i>Trifolium incarnatum</i> ).....                                                 | 98  |
| d. Loto o cuernecillo ( <i>Lotus corniculatus</i> ).....                                                 | 99  |
| e. Vicias (Tribu).....                                                                                   | 102 |

### UNIDAD IV

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| CONSERVACION DE FORRAJES.....                                                | 104 |
| 1. ENSILAJE.....                                                             | 104 |
| 1.1. Definición.....                                                         | 104 |
| 1.2. Ventajas del ensilaje.....                                              | 104 |
| 1.3. Calidad del silaje.....                                                 | 104 |
| 1.4. Cultivos forrajeros más utilizados como pastos de corte y ensilaje..... | 105 |
| 1.5. Condiciones ideales.....                                                | 105 |
| 1.6. Tipos de preservantes y cantidades usadas.....                          | 108 |
| 1.7. Tipos de silos.....                                                     | 108 |
| 1.8. Calculo para silo tipo trinchera.....                                   | 109 |
| 2. HENIFICACIÓN. ....                                                        | 111 |
| 2.1. Factores que determinan la buena calidad del heno. ....                 | 112 |
| 2.2. Operación a seguir en el proceso de henificación.....                   | 112 |
| BIBLIOGRAFÍA.....                                                            | 104 |

## UNIDAD I

### GENERALIDADES, ESTABLECIMIENTO DE PASTURAS, SISTEMA AGROSILVOPASTORIL

#### 1. FORRAJES.

##### 1.1. Clasificación.

##### 1.1.1. Herbáceos Comunes.

##### a) Pasto

Según el nomenclátor básico aprobado por unanimidad en la Asamblea General de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP) de 2001, se define “pasto”, de forma genérica, como cualquier recurso vegetal que sirve de alimento al ganado, bien en pastoreo (si se aprovecha a diente) o bien como forraje (si es cosechado y suministrado al ganado en verde o tras algún proceso de conservación). Dentro de estos pastos se consideran “naturales” aquellos que no han sido sembrados por el hombre y que, por consiguiente, están constituidos por una flora espontánea; no obstante, su presencia suele requerir una actuación más o menos intensa del hombre y su ganado (San Miguel, 2012).



**Fig. 01. Pasto.**

En el uso de los pastos, la altura y el momento de la cosecha constituyen elementos básicos en su manejo, por la influencia que estos ejercen en su comportamiento morfofisiológico y productivo. Se han realizado estudios sobre la edad y altura de corte o pastoreo, con el propósito de profundizar en los diferentes mecanismos relacionados con la defoliación y sus respuestas en producción de biomasa y persistencia de las especies. Todos están directamente relacionados con la acumulación y distribución de los asimilados en sus diferentes órganos, con el balance de reservas y velocidad de

rebrote (Beltrán *et al.*, 2005). Los pastos tropicales acumulan almidones y a veces sacarosa y los de zona templada fructosanos y en menor proporción sacarosa (Lucas, 2003).

#### **b) Hierba.**

En botánica, la hierba es una planta que no presenta órganos decididamente leñosos. Los tallos de las hierbas son verdes, mueren generalmente al acabar la buena estación, siendo sustituidos por otros nuevos si la hierba es vivaz. Hay dos tipos de hierbas: las poaceas, de hoja estrecha; y las forbias, de hoja ancha.



**Fig. 02. Hierba.**

Muchas hierbas son anuales, naciendo de semilla al comienzo de la estación favorable, y no dejando al acabar ésta sino nuevas semillas en el suelo. Existen también hierbas vivaces, que retoñan desde tallos subterráneos o situados a ras del suelo. Los órganos subterráneos implicados son rizomas (tallos horizontales) y bulbos. Muchas hierbas bienales forman una roseta de hojas pegada al suelo en su primer año, en el que no se reproducen, y un tallo alto y florido, el escapo floral, en su segundo año.

#### **c) Paja.**

La paja constituye casi siempre la mitad de la vegetación que se puede cosechar de un cultivo. Tales materiales ordinarios no pueden ser consumidos por el ser humano, pero el ganado los puede transformar en productos con valor económico. La paja está constituida por los tallos y las hojas de los cereales menores; la paja triturada son las envolturas y las glumas de los granos que se separan

durante la trilla -por lo general más rica que la paja- pero más difícil de comer por el ganado a causa de las aristas y otros inconvenientes. Las cosechadoras modernas por lo general descargan conjuntamente la paja y la paja triturada; otros equipos de trilla pueden entregarlos separadamente. El maíz y el sorgo producen como residuos tallos y hojas más grandes y rústicas. Las hojas y los tallos de las leguminosas de grano son descritos en varias formas, por ejemplo como tallos verdaderos o como tallos de plantas trepadoras. Los rastrojos son los restos de tallos y raíces que quedan en el campo después de la cosecha. Los residuos agroindustriales son subproductos del procesamiento primario de los cultivos, incluyendo afrechillo, residuos de molienda, puliduras de cereales, tortas de extracción de aceites y melazas. Estos por lo general son alimentos para el ganado, concentrados o casi concentrados, y al depender del procesamiento y no de la producción de cultivos, están fuera del objetivo de esta publicación. El afrechillo que se obtiene en la finca de la remoción de las coberturas de los cereales sirve para alimentar directamente al ganado o a las aves domésticas.



**Figura. 03. Paja de trigo.**

Los distintos tipos de paja han sido siempre una parte importante de la agricultura. Antes de la aparición de los fertilizantes inorgánicos y de la mecanización, estos elementos eran una parte integral de la producción agrícola en gran escala como parte de la alimentación de los animales de tiro y otros animales y como base para la producción de abonos orgánicos que eran esenciales para el mantenimiento de la fertilidad. En la pequeña agricultura y en la agricultura a niveles de subsistencia, los residuos agrícolas mantienen y aumentan su importancia en razón del acceso cada vez más limitado a la tierra de pastoreo por el incremento del área cultivada. Con los cambios en las

tecnologías de producción de la agricultura mecanizada, se pensó que la paja podía tener menor valor y podía ser quemada en el campo. Sin embargo, la legislación ambiental y el desarrollo del tratamiento de la paja para mejorar su digestibilidad, han eliminado la quema de la misma en la mayoría de los países desarrollados donde ahora es usada para alimentar el ganado o con fines industriales.

### **Usos competitivos.**

La paja, los restos más ordinarios y la paja triturada, tienen muchos otros usos dentro de la economía de la finca además de ser un alimento animal; esto debe ser tomado en consideración cuando se evalúa la disponibilidad y el rendimiento de los sistemas de alimentación del ganado. Dentro de los sistemas de producción ganadera, la paja también es usada como cama para los animales -lo que proporciona abono orgánico o compost- y la paja de trigo triturada por lo general es requerida para la cama de las aves de corral. La paja, especialmente la paja de arroz, a menudo es comprada por fábricas de papel y también es usada para hacer materiales para embalaje; la paja y la cáscara de arroz se usan para la confección semiartesanal de ladrillos; la paja triturada mezclada con barro es usada para revoques internos y, en los climas cálidos y secos, para revoques externos. Los tallos fuertes de maíz, sorgo y mijo perla son usados para hacer construcciones tradicionales, cortinas y depósitos de granos; la paja larga es usada para techos. La paja y los tallos gruesos son usados como combustibles en áreas en que estos son escasos, ya sea solos o triturados y mezclados con estiércol.

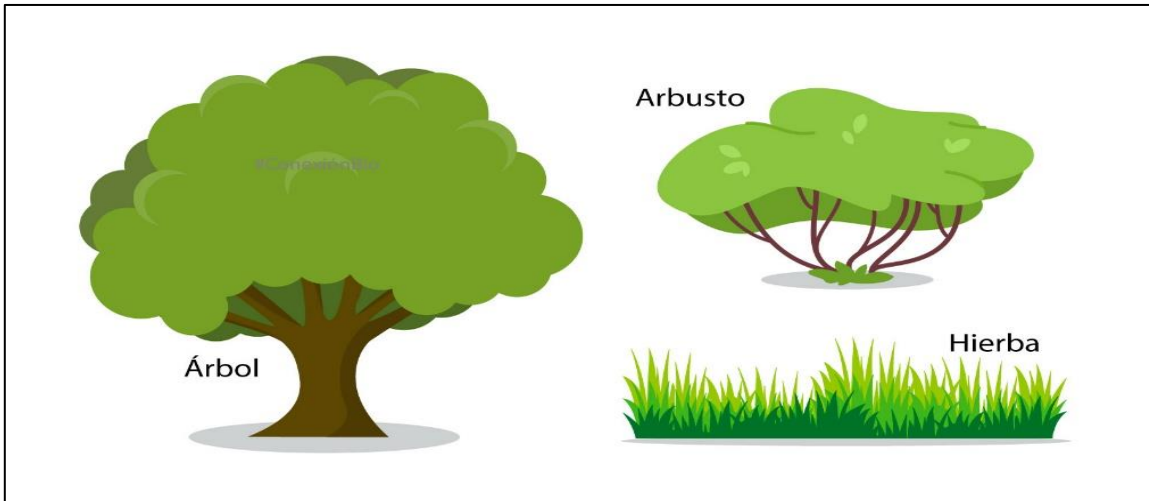
#### **1.1.2. Herbáceos especiales.**

##### **a) Árboles.**

Vegetal leñoso de al menos 5 m de altura, de tallo simple hasta la llamada cruz, en la que se ramifica y forma la copa (Font, 1985).

##### **b) Arbustos.**

Vegetal leñoso de menos de 5 m de altura, sin un tronco preponderante, porque se ramifica a partir de la base; y palmas caulescentes (Font, 1985).



**Figura. 04. Árbol, Arbusto y hierba.**

### **c) Despuntes.**

Consiste en cortar la yema principal de la planta. El resultado de los despuntes es la pérdida temporal de la dominancia apical lo que elimina el efecto inhibitorio en las yemas laterales. El resultado final es un incremento en el crecimiento total del año. Tanto el número de crecimientos del año como su longitud serán afectados; este impacto se ve afectado por la edad del crecimiento, severidad del corte, hábito de crecimiento y orientación del crecimiento. La estimulación de crecimientos del año es más grande cuando los despuntes se realizan en madera de un año de edad. Los cortes en este tipo de madera generalmente resultan en el desarrollo de muchas ramas muy vigorosas de la tercera o cuarta yema inmediatamente debajo del corte. Estos crecimientos pueden desarrollarse en ramas con un ángulo muy estrecho.

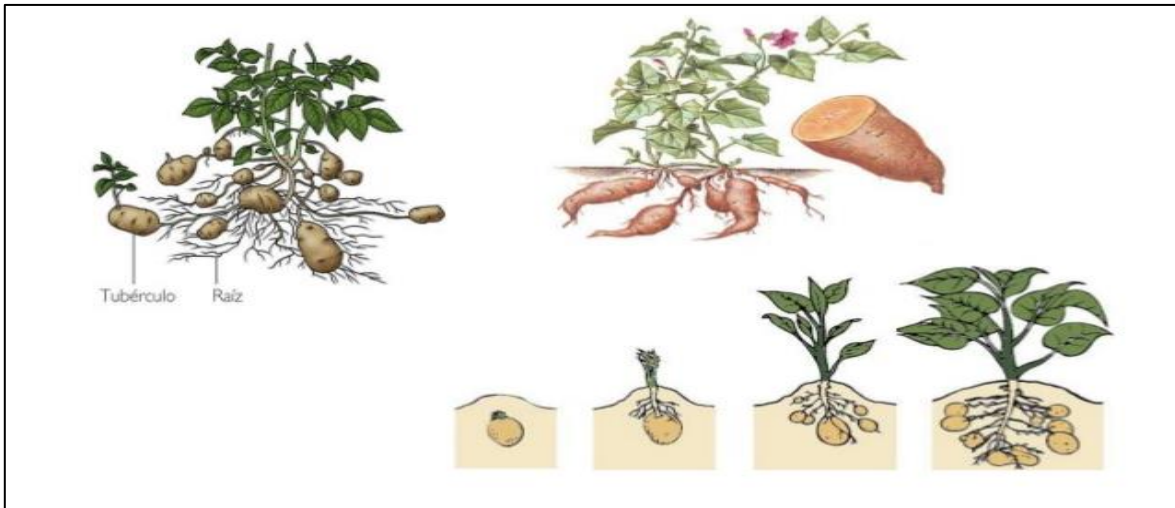


**Figura. 05. Despunte.**

### 1.1.3. Suculentos.

#### a) Tubérculo.

Un tubérculo es un tallo subterráneo modificado y engrosado donde se acumulan los nutrientes de reserva para la planta. Posee una yema central de forma plana y circular. No posee escamas ni cualquier otra capa de protección, tampoco emite hijuelos. La reproducción de este tipo de plantas se hace por semilla, aunque también se puede hacer por plantación del mismo tubérculo. Es así como se realiza casi siempre la siembra de la patata o papa.

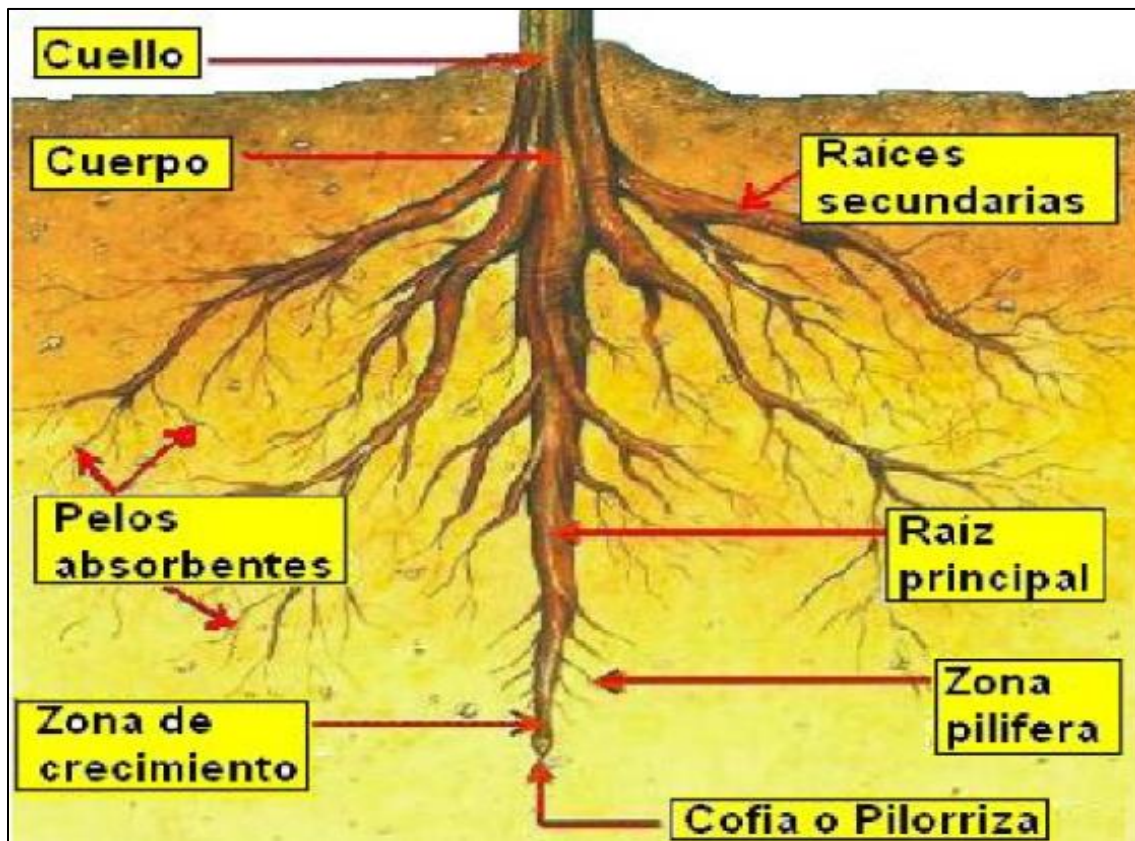


**Figura. 06. Tubérculos.**

#### b) Raíz.

La raíz es la parte inferior del eje de la planta y, por lo general, está enterrada en el suelo, aunque hay raíces que se desarrollan en el aire o en el agua. Al conjunto de raíces que una planta tiene en el suelo se le denomina sistema radicular. Las principales funciones de las raíces son fijar la planta al suelo y la absorción de agua y sales minerales. Otras funciones son la de almacén, como en el caso de la remolacha, zanahoria o batata, la síntesis de hormonas vegetales, la aireación de la planta en medios acuáticos, como medio de propagación de nuevas plantas, etc. En numerosas especies la raíz se asocia de manera simbiótica con determinadas especies de hongos para formar micorrizas, y también algunas plantas, como las leguminosas, se pueden asociar con bacterias de manera simbiótica formando unas estructuras denominadas nódulos. Estas simbiosis permiten una mejor absorción de sustancias nitrogenadas por parte de la planta. La función de sujeción en las raíces se da por supuesto pero es muy importante porque la supervivencia de la mayoría de las plantas depende de su capacidad para permanecer erectas por sí mismas y frente a distintas condiciones

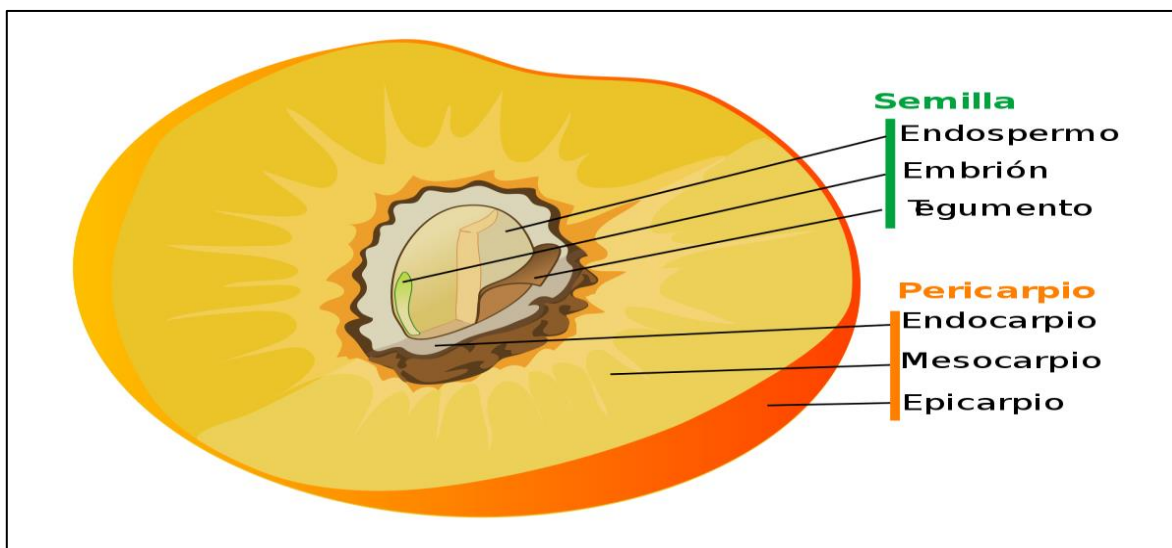
ambientales, como vientos fuertes, peso de la nieve o de la propia estructura de la planta, efectos mecánicos de los herbívoros, etc. Indirectamente también ayuda a la estabilidad del propio suelo. La absorción de agua es una función crucial de la raíz pero no está claro que parte es la más importante en este papel. Poca agua entra por la región meristemática, la más apical, sobre todo por la carencia de un sistema de conducción funcional. Aunque los pelos radicales son una entrada importante para el agua, parece que la incorporación de agua en las zonas suberizadas más maduras debe ser también importante porque representan la mayor parte de la raíz y, a veces, las zonas no suberizadas son tan pequeñas que no explican la absorción total de agua. Todas las plantas vasculares pueden generar raíces, aunque no se forman en algunas plantas vasculares primitivas y algunas epifitas. Algunas plantas no vasculares, como los musgos y hepáticas, tienen unas estructuras enterradas denominadas rizoides que sirven para fijar la planta y absorber agua, pero carecen de haces vasculares. Las raíces verdaderas siempre tienen haces vasculares con xilema y floema. La velocidad de crecimiento o elongación de las raíces depende de las condiciones ambientales como humedad, temperatura, estación del año, especie de planta, etc. Se ha estimado que en el maíz es de 5 a 6 cm por día, en las hierbas comunes es de 10 a 12 cm por día, y en los árboles de 3 a 5 cm por día. La profundidad a la que llegan también es variable dependiendo de las condiciones del suelo y de la especie de planta. Así, pueden variar desde decenas de centímetros en las herbáceas, hasta decenas de metros en los árboles. Normalmente las raíces más profundas hacen a las plantas más resistentes a las sequías. El crecimiento y desarrollo de las raíces depende del aporte de moléculas carbonadas y fitohormonas desde el tallo. Por ejemplo, el período de formación de frutos y semillas reduce significativamente el crecimiento de las raíces. La relación entre el tamaño del tallo y de la raíz depende de la especie y edad de la planta, y de las condiciones ambientales. Esta relación tallo/raíz puede ir desde 0,12 en un bosque tropical, hasta 3 en la remolacha, pasando por 0,5 en el maíz.



**Figura. 07. Morfología de la raíz.**

#### **c) Fruto.**

En sentido botánico, el fruto es el ovario con los primordios seminales fecundados y convertidos en semillas. A partir de la polinización, los carpelos, ya completamente formados y con los estigmas preparados para recibir el polen, inician una nueva etapa de desarrollo, crecen y modifican su forma, se endurecen o se hacen carnosos, y poco a poco llegan a transformarse en un fruto maduro. En términos coloquiales, la palabra suele usarse sólo para describir los frutos succulentos y comestibles de las plantas leñosas, de matas, como el tomate y el melón, y algunos otros más pequeños, como la fresa o el arándano. En condiciones naturales, el fruto suele formarse una vez que ha tenido lugar la fecundación del óvulo, pero en muchas plantas, casi siempre variedades cultivadas, como los cítricos sin pepitas, la uva, el banano y el pepino, el fruto madura sin necesidad de fecundación; este fenómeno se llama partenocarpia. La principal función del fruto es proteger las semillas durante su desarrollo; en muchas plantas también favorecen su dispersión.



**Figura. 08. Fruto.**

#### **d) Planta.**

Las plantas son seres orgánicos que viven y crecen, pero que no cuentan con capacidad motora (es decir, no se pueden mudar de un lugar a otro por un impulso voluntario). Los vegetales como las hortalizas y los árboles forman parte de este grupo, que es estudiado por la botánica.

##### **1.1.4. Concentrados.**

Alimento combinado con otro para mejorar el balance nutritivo del producto y que será posteriormente diluido y mezclado para producir un suplemento o un alimento completo (AAFCO, 2000). Los alimentos concentrados conocidos comúnmente como balanceados permiten satisfacer las necesidades nutricionales de las especies animales. La ración y el tipo de alimento están elaborado conforme a la etapa de cada ejemplar. Los mismos se aprovechan mejor por el animal si poseen una elevada calidad. Los balanceados deben ser lo suficientemente digestibles para que permita obtener mayores litros de leche en las hembras de producción.

#### **1.2. Definiciones.**

##### **1.2.1. Forrajes.**

Parte vegetativa de las plantas que se utiliza en la alimentación del ganado, una vez cortada.

##### **1.2.2. Unidad Animal (UA).**

La unidad que se utiliza para expresar la capacidad de carga corresponde a la Unidad Animal (UA). De acuerdo con la definición dada por Sagarpa (2011), la UA corresponde a una vaca de carne

de 450 kg de peso vivo que amamanta un ternero menor a seis meses, y que consume diariamente el 3% de su peso vivo en materia seca. En términos energéticos, el par vaca-ternero demanda diariamente aproximadamente 128 MJ (Megajulios) de energía metabolizable (Nicol & Brookes, 2007). Las diferentes especies y categorías de herbívoros ungulados varían en cuanto a su tamaño y requerimientos de MS, para expresar a los diferentes tipos y categorías de individuos componentes de un rebaño en términos de UA.

La siguiente tabla sirve de guía para calcular la unidad animal:

| <b>Peso ( kg)</b> | <b>UA</b> | <b>Peso (kg)</b> | <b>UA</b> |
|-------------------|-----------|------------------|-----------|
| 700               | 1,56      | 400              | 0,89      |
| 600               | 1,33      | 300              | 0,67      |
| 500               | 1,11      | 200              | 0,44      |
| <b>450</b>        | <b>1</b>  | 100              | 0,22      |

### **1.2.3. Capacidad de carga.**

La capacidad de carga o capacidad de sustentación de una pradera (CC), es definida como el “número promedio de animales domésticos y/o silvestres que pueden ser mantenidos en una unidad de superficie en forma productiva por un determinado período de pastoreo, sin dar lugar a que la pradera se deteriore” (Holechek *et al.*, 2011). De acuerdo con la definición anterior, esta variable depende de factores edafoclimáticos que determinan la potencialidad del sitio de pastizal. Este concepto también puede ser entendido como “el nivel de defoliación que permita a las plantas del pastizal recuperarse del pastoreo y además proporcione suficiente residuo para protección del suelo” (Ortmann *et al.*, 2001). Comúnmente, el término anterior es confundido con el de Carga Animal (CA). Este último concepto es definido como el “número promedio de unidades animales que se asignan a una unidad de superficie por un determinado período de pastoreo” (Holechek *et al.*, 2011).

## **1.3. Distribución.**

### **1.3.1. Cultivos estacionales.**

Son aquellos que su período vegetativo es menor a 12 meses y requieren de una nueva siembra para la obtención de cosecha. Estos se concentran en dos periodos productivos, primavera-verano y otoño-invierno. Tienen como ventaja la posibilidad de sembrar, por lo que se puede cambiar de cultivo cuando se desee. El maíz, trigo y frijol pertenecen a este tipo de cultivo.



**Figura. 09. Trigo.**

### **1.3.2. Cultivados perennes.**

Este define a todos los cultivos de ciclo largo, es decir, que su periodo vegetativo se extiende más allá de doce meses. Cabe destacar que los perennes proporcionan dos terceras partes del volumen de producción porque sus cultivos más importantes (pastos, caña de azúcar y alfalfa) tienen un peso más elevado que la mayoría de los cíclicos.



**Fig. 10. Caña de azúcar.**

### 1.3.3. Naturales temporales.

La producción de estas pasturas depende del comportamiento de las lluvias y de la capacidad del suelo para captar el agua. Al respecto, tienen la ventaja de que el gasto en la producción es menor al no tener que invertir en el tema de riego.

### 1.3.4. Naturales permanentes.

Vegetación nativa de un área no labrada, de pradera o llanura, constituida por plantas perennes.

### 1.4. Producción ganadera vacuna en la región Ucayali.

| AÑO  | VACUNOS    |       |
|------|------------|-------|
|      | Nº DE CAB. | T. M. |
| 2015 | 9 699      | 1 585 |
| 2016 | 8 989      | 1 473 |
| 2017 | 9 527      | 1 572 |
| 2018 | 10 401     | 1 724 |
| 2019 | 10 803     | 2 649 |

Fuente: DRSAU - Oficina de Información Agraria (2019)

## 2. ESTABLECIMIENTO DE PASTURAS.

### 2.1. Etapas.

#### 2.1.1. Elección de terreno.

En todo sistema de explotación pecuaria hay que tener en cuenta que se está trabajando con seres vivos (plantas, suelo, animales) que a la vez están interactuando con el medio ambiente (lluvia, vientos, heladas, etc.). Las propiedades tanto físicas como químicas de los suelos, y en especial su fertilidad, afectan el crecimiento, calidad y persistencia de los pastos. El relieve, aptitud, capacidad de retener agua, drenaje, determinan en parte la especie de pasto o forraje más apropiado. Las plantas tienen una relación directa con el suelo (estructura física, porosidad y retención del agua). Dentro de las propiedades químicas también influyen en especial con el contenido de materia orgánica y de nutrientes. La cantidad y naturaleza de la cubierta vegetal afecta la remoción y lavado

de nutrientes, como también los procesos de erosión o desgaste del suelo. Los suelos al empantanarse, generalmente ocasionan un exceso de humedad, que en el caso de los rumiantes hace que se presente enfermedades en los cascos, y proliferación de parásitos. Un relieve quebrado implica un gasto mayor de energía por parte del animal para obtener su alimento, mientras que el animal puede proporcionar al suelo abono representado en los excrementos y orina. El animal puede ocasionar una compactación del suelo por el pisoteo excesivo; suelos de relieve con pendientes pueden erosionarse por sobrepastoreo.

Para realizar la elección del terreno se debe tener en cuenta las siguientes condiciones:

- Que el terreno tenga disponibilidad de agua todo el año, para poder realizar los riegos oportunos y tener buena producción de pastos.
- Que el terreno cuente con cerco perimétrico para evitar que los animales dañen el cultivo.
- Suelos con buen drenaje, es decir que no sean ocasionales o presenten charcos de agua, porque son focos infecciosos, incidiendo en la presencia de parásitos internos en el ganado y enfermedades infecciosas como la pederia.
- Suelo profundo, es decir que no sea rocoso.
- Que el terreno sea de preferencia plano o con ligera pendiente.

Una vez elegido el terreno, de acuerdo a lo señalado en el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, aprobado según DECRETO SUPREMO Nº 017-2009-AG, se debe realizar el muestreo de suelo para su respectivo análisis en el laboratorio, según el resultado se realiza la programación de la calidad de fertilizantes a emplear. Asimismo con el análisis de suelo se obtiene el pH, es decir, si el suelo es ácido o salino.

### **2.1.2. Preparación.**

La preparación del terreno está referida a la adecuación, con el fin de poder efectuar labores como labranza, siembra y fertilización; recurriendo normalmente a la eliminación de la vegetación presente, mediante la tumba de árboles y arbustos con posterior roce y quema de los residuos. La labranza generalmente se utiliza como medio de eliminación y control de la vegetación existente antes de la siembra de pastos. Además, facilita el contacto íntimo de la semilla o estructura de pasto propagada, con el suelo, para facilitar la absorción rápida de agua y nutrimentos durante los primeros estadios de crecimiento (Gualdrón, 1991).

#### **2.1.2.1. Campos mecanizables.**

La preparación del suelo debe ser como mínimo la utilizada para cualquier otro cultivo. Las operaciones normales son arado y rastrillado (labranza convencional), aprovechando esta última labor para incorporar correctivos y/o fertilizantes de establecimiento, como también incorporar el material vegetativo cuando son estolones y/o rizomas esparcidos sobre la superficie del suelo. En terrenos mecanizables también se utiliza el sistema de tumba, quema y siembra o el uso de herbicidas para eliminar la vegetación existente (CORPOICA, 1996).

#### **2.1.2.2. Campos no mecanizables.**

Se procura la labranza mínima como una buena práctica agrícola, ya que causa poca perturbación en el suelo, buscando el mínimo daño tanto a su estructura como a su biodiversidad microbiológica (Moreno y Molina, 2007). Se trata de escoger sistemas de siembra y establecimiento, procurando disturbar poco el suelo y reducir su pérdida por erosión. Para esto, existen diferentes alternativas según la especie, topografía, textura y estructura del suelo, material de siembra (cepas, estolones, rizomas o semilla sexual), rapidez de establecimiento (CORPOICA, 1996).

Loterio (1996), propone algunos sistemas o métodos de preparación de terreno con labranza mínima a labranza cero que se usan para establecer pastos de corte cuando no se dispone de maquinaria; los cuales son desarrollados a continuación:

##### **a) Rozo, tumba, quema y siembra.**

Se procede al rozo y tumba del material vegetal con posterior quema para finalizar con su siembra. Si hay necesidad de fertilizar y/o encalar, se puede hacer al voleo. Tiene la desventaja de que en zonas pendientes con lluvias fuertes se puede perder semilla y fertilizante.



**Figura. 11. Quema antes de la siembra.**

**b) Sobrepastoreo y siembra.**

Este sistema se usa cuando el área a sembrar es una pastura ya degradada, en donde se hace un sobrepastoreo fuerte con el fin de aprovechar el forraje disponible y tratar de eliminar las especies existentes para así reducir la competencia con la especie a establecer. En el área sobre pastoreado se hace un hoyo en el sitio donde se siembran las cepas, estolones o semillas, aprovechando para fertilizar el sitio hoyado y tratando de simular curvas a nivel o en sentido contrario a la pendiente.



**Figura. 12. Sobrepastoreo.**

**c) Plateado y siembra.**

Este sistema requiere el uso de azadón o algún herbicida para eliminar la vegetación donde se van a establecer los pastos, con el fin de eliminar las especies cercanas a la especie establecida, evitando o reduciendo la competencia, generalmente se libra en forma de círculo y en el centro se deposita la semilla o el material vegetativo de pasto utilizado para la siembra.

**d) Macheteo y surcado o sobrepastoreo y surcado.**

Este sistema es utilizado para la renovación o establecimiento de pastos en praderas ya degradadas o áreas con rastrojo bajo, en donde después de realizar un sobrepastoreo o tumba de la vegetación, se raya con arado de bueyes o azadón la línea o curva a nivel donde se va a localizar el material vegetal o semilla de la especie a establecer. Tiene la ventaja que se dejan franjas de suelo de 50 a 70 cm entre surcos sin disturbar, lo que permite reducir la erosión.

**2.1.2.3. Zonas tropicales.**

En purmas o montes vírgenes la forma tradicional consiste en labores de rozo, tumba y quema, realizándose las dos primeras actividades entre junio y agosto y la quema a fines de agosto.

**2.1.3. Métodos de propagación.**

La propagación vegetal puede ser definida como la producción de las plantas controladas por el hombre para perpetuar individuos escogidos o grupos de plantas que tienen para él un valor específico. La mayoría de las plantas cultivadas son formas mejoradas que deben la continuidad de su existencia al hecho que han sido propagadas en condiciones cuidadosamente controladas (Jaramillo, 2002).

La propagación de especies vegetales como actividad consciente del hombre, constituye en sí una verdadera ciencia por los profundos conocimientos que se requieren de la biología de las plantas cultivadas, a la vez que es un arte en cuanto a las habilidades de los creadores y continuadores de los métodos y procedimientos, a veces asombrosos, para obtener plantaciones vegetales cada vez mejores, de cualquier uso, económico y social.

#### **2.1.4. Siembra.**

La siembra es el proceso de colocar (arrojar y esparcir) las semillas en un terreno (tierra) "preparado para ese fin"

#### **2.1.5. Época de siembra.**

Los actuales bajos niveles productivos y reproductivos en la amazonia se explican por la deficiente alimentación y uso de forrajes de baja calidad, sumados a la fuerte estacionalidad. Constituyéndose en la mejor época de siembra de pastos el periodo de setiembre-abril.

Según indicó el líder del programa de forraje del INIA, Siria Noli, debido al cambio climático la última helada en la sierra del país fue más intensa que las del año pasado, lo que perjudicó los cultivos de forraje y pasto. En ese sentido, apuntó que los pastos “ahora” no pueden sembrarse en cualquier época del año. “Se debería sembrar entre los meses de febrero a marzo o después de la cosecha de papa y maíz. Es decir, hasta abril, pero siempre a inicios de la temporada de lluvias”, recalcó y agregó que sólo así se podrá tener alimento listo para la temporada de heladas.

#### **2.1.6. Resiembra de pastura.**

La resiembra es el proceso de establecer vegetación forrajera por medio de la diseminación de semillas, a fin de incrementar la producción de forraje, controlar la erosión del suelo e inducir el mejoramiento del pastizal. Se habla de resiembras porque se realiza en una superficie que anteriormente estuvo cubierta de plantas forrajeras.

#### **2.1.7. Corrección de las deficiencias minerales del suelo.**

El encalado consiste en incorporar al suelo calcio y magnesio para neutralizar la acidez del mismo, es decir para que el pH alcance un nivel ideal para el desarrollo normal de los cultivos y al mismo tiempo reduzca el contenido de aluminio tóxico. El encalado no es suficiente para producir aumento en la producción, debe ir acompañado de la fertilización y el manejo de suelos (MORILLA, 2006). La cal viva se produce de la transformación química del carbonato de calcio (piedra caliza -  $\text{CaCO}_3$ ) en óxido de calcio, (GOMERO, 1999 y AZABACHE, 1991) la cal viva tiene como propósito corregir la acidez del suelo y sus efectos negativos sobre el crecimiento de las plantas, mejorar las propiedades físicas del suelo. Así como también favorece la actividad microbiana incrementando la mineralización de la materia orgánica, mejorando la fijación de nitrógeno.

### **2.1.8. Métodos y densidad de siembra.**

Puede ser al voleo, en surcos separados a diferentes distanciamientos según sea el pasto a sembrar y también puede hacerse a mano, con tacarpo, chaquitaclla, pala o sembradora de granos.

Con una adecuada densidad de siembra se busca:

- a) Obtener un rápido establecimiento que permita cubrir rápidamente el suelo.
- b) Lograr las densidades poblacionales planteadas como objetivo.
- c) Asegurar la implantación de cada componente de la mezcla en la proporción adecuada.

Criterios para definir la densidad de siembra:

- **FACTORES PARA AJUSTAR LA DECISIÓN.**

- a) Pureza y germinación. Considerar solamente la semilla viable incluyendo duras.
- b) Tamaño y peso de 1 000 semillas. Determina el número de semillas viables disponibles por m<sup>2</sup> por cada kilogramo sembrado por hectárea.
- c) Eficiencia de implantación o porcentaje de logro (plantas/m<sup>2</sup>) estimado al primer pastoreo.

- **CARACTERÍSTICAS DE CADA ESPECIE.**

a) **Estrategia de persistencia.** La productividad y persistencia de especies que no se resiembra como la alfalfa dependen de las plantas logradas desde la siembra. El trébol blanco se reproduce vegetativamente a través de estolones y además puede resebrarse por lo que requiere un menor número inicial de plantas para producir y persistir.

b) **Capacidad de compensación entre número de macollos (Poaceas) o tallos (alfalfa, trébol rojo, Lotus) y número de plantas.** Determina la posibilidad de obtener rendimientos similares con distintas poblaciones implantadas. Esta capacidad es mayor en raigrás anual, raigrás perenne y pasto ovillo que en cebadilla criolla, cebadilla perenne o festuca.

c) **Proporción de semillas duras en leguminosas.** Las semillas duras permiten germinaciones escalonadas en el tiempo, compensando fallas en la implantación.

- **MÉTODO DE SIEMBRA.**

Siembras en líneas requieren densidades menores. Aumentar 10 - 20% las densidades de siembra en plantas de siembra directa con mucho rastrojo remanente. La distribución espacial de las especies en líneas alternadas poacea/leguminosas es importante para alfalfa y poacea perennes. En especies con resiembra natural o con propagación vegetativa, el arreglo de siembra no afecta la producción.

- **PREPARACIÓN Y FERTILIDAD DEL LOTE.**

La densidad de siembra debería aumentarse dentro del rango propuesto para cada especie en lotes mal preparados, poco fértiles, con presencia de malezas o siembras tardías.

- **DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL SUELO A LA SIEMBRA.**

A menor contenido de agua y en zonas con mayor riesgo de sequías la densidad de siembra debería ser menor.

#### **2.1.9. Especies de propagación vegetativa.**

La propagación vegetativa es la producción de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano o parte de una planta madre. Distintas partes del cuerpo de una planta, bajo determinadas condiciones de crecimiento (luz, temperatura, humedad, nutrientes, sanidad, etc.) pueden dar origen a un individuo completo. Esto se debe a que muchas células de los tejidos diferenciados (maduros) de la planta, conservan la TOTIPOTENCIALIDAD, con esta característica una célula ya adulta puede diferenciarse (retomar la actividad meristemática) y multiplicarse dando origen a los órganos vegetativos (raíz, tallo y hojas).

#### **2.1.10. Especies de propagación sexual.**

Las leguminosas forrajeras se propagan usualmente a través de semilla botánica o sexual por ejemplo el Kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) aunque también se puede propagar usando estacas o coronas; el stylo o cultivar Pucallpa (*Stylosanthes guianensis*, CIAT 184), el desmodio (*D. ovalifolium*), la alfalfa (*Medicago sativa*). Los tréboles, blanco encarnado, etc. y rojo (*Trifolium repens*), (*T. incarnatum*) y (*T. pratense*) respectivamente.

#### **2.1.11. Factores que afectan la densidad y métodos de siembra.**

- Pp y condiciones del suelo
- Semilla y vigor inicial
- Spp y variedades

### **3. FERTILIZACION DE PASTURAS.**

Los pastos constituyen la dieta básica y más económica en la alimentación de rumiantes, además proporcionan materia orgánica al suelo lo que ayuda en su conservación, protegen los suelos de la erosión y conservan la humedad, restauran la fertilidad del suelo. Durante su período de crecimiento óptimo son capaces de suministrar el alimento necesario para el desarrollo normal de los animales, pero para ciertos agricultores estos están estrechamente ligados a una agricultura próspera económicamente rentable (Calderero, 2011).

La fertilidad de los suelos es un factor clave para el crecimiento de las plantas y tiene una gran influencia sobre la productividad y la calidad del forraje, en especial con referencia a su contenido de proteína cruda (Robinson, Scheneiter, & Melgar, 2016).

La mayoría de las poacea perennes cultivadas tiene altos requerimientos de nitrógeno (N) y los suelos donde se los cultiva generalmente son bajos en materia orgánica y proveen bajas cantidades de N al cultivo, de este modo el nitrógeno es normalmente el nutriente más limitante y su aplicación resulta en altas respuestas en cantidad y en calidad, la clave de una fertilización nitrogenada adecuada es aplicar la dosis adecuada en el momento correcto usando la clase de fertilizante adecuado (Robinson *et al.*, 2016).

#### **3.1. Uso de nutrientes por poáceas y leguminosas.**

##### **3.1.1. Poáceas.**

La mayoría de las poaceas perennes cultivadas tiene altos requerimientos de N y los suelos donde se los cultiva generalmente son bajos en materia orgánica y proveen bajas cantidades de N al cultivo. De este modo el N es normalmente el nutriente más limitante y su aplicación resulta en altas respuestas en cantidad y en calidad. El N es el nutriente más fácil de manejar para satisfacer los objetivos de producción. La clave de una fertilización nitrogenada adecuada es aplicar la cantidad adecuada en el momento correcto usando la clase de fertilizante adecuado. Un programa de

fertilización para un cultivo forrajero varia ampliamente dependiendo de la especie, potencial de producción bajo condiciones de suelo y clima donde se la produce y objetivo de producción de cada establecimiento en particular.

### **3.1.2. Leguminosas.**

Las leguminosas se caracterizan por ser fijadoras de Nitrógeno. Esto quiere decir que producen este elemento para su nutrición y proporcionan Nitrógeno al suelo. Para hacerlo, utilizan rizobios (*Rhizobium leguminosarum*) que son bacterias que forman nódulos en las raíces de las plantas. Estas bacterias toman el nitrógeno de la atmósfera para convertirlo en nitrógeno disponible para la planta. Mientras que la planta provee de componentes orgánicos obtenidos por la fotosíntesis.

Estas bacterias llamadas rizobios las podemos encontrar siempre en el suelo y se “activan” cuando sembramos leguminosas. Cuando las bacterias reciben señales de que hay leguminosas en el suelo, se acercan y entran a las raíces. Se le llama simbiosis, ya que estos dos organismos se benefician mutuamente.

Existen muchas especies de rizobios, cada leguminosa trabaja con distintas. Si introducimos una nueva leguminosa a nuestra parcela, los rizomas pueden tardar un poco en generarse pero esto mejora con los años. Para ver si se forman rizomas en las raíces, debemos observar las raíces y la cantidad de nódulos que se formaron.

### **3.1.3. Uso de la cal, papel que desempeña.**

La adición de cal, es la adición al suelo de algún compuesto conteniendo calcio, o calcio y magnesio, que es capaz de reducir la acidez, correctamente la cal se refiere tan sólo al óxido cálcico. Los productos que se utilizan como alcalinizantes o correctivos de la acidez del suelo son principalmente: carbonatos, óxidos, hidróxidos y silicatos de Ca y/o Mg. Debido a su diferente naturaleza química, estos materiales presentan una capacidad de neutralización variable (Werner y Tisdale 1993).

La cal tiene los siguientes usos en la agricultura (Werner y Tisdale 1993; Bohn *et al.*, 1993):

- La aplicación de cal a la mayor parte de los suelos produce un aumento directo en el crecimiento de las plantas.
- La adición de cal a los suelos ácidos inactivará al hierro y al aluminio, aumentando así el nivel de fósforo disponible para las plantas.
- La estructura de los suelos de textura fina puede ser mejorada por una adecuada adición de cal.
- Agregar cal a los suelos ácidos puede incrementar o disminuir el aprovechamiento del potasio.
- La capacidad de intercambio catiónico del suelo, aumentada con la adición de cal, retiene cantidades mayores de potasio dentro de la zona de las raíces y también la conserva durante un tiempo más largo.

#### **3.1.4. Uso del N.**

El nitrógeno (N) es el elemento más abundante en las plantas, representando entre el 2 y 4% de su materia seca. Es parte de la clorofila y es responsable del color verde oscuro de tallos y hojas, del crecimiento vigoroso, macollaje, producción de hojas, y del alargamiento y formación de los granos.

Su aplicación en altas dosis sólo es recomendable cuando se siembran poaceas puras o de corta duración, que requieren crecimiento rápido.

En el caso de mezclas de poaceas y leguminosas para tener praderas permanentes, la aplicación de altas dosis al establecimiento es dañino pues se inhibe el proceso simbiótico

(El nitrógeno es muy abundante en la atmósfera; sin embargo, las plantas no pueden utilizarlo en su forma elemental y tienen que obtenerlo del suelo principalmente en forma de nitratos o amonio).

La fijación biológica de nitrógeno es un proceso clave en la biósfera, por el cual microorganismos portadores de la enzima nitrogenasa convierten el nitrógeno gaseoso en nitrógeno combinado.

El grupo de bacterias -al que se conoce colectivamente como rizobios- induce en las raíces o en el tallo de las leguminosas, la formación de estructuras especializadas (nódulos), dentro de los cuales el nitrógeno gaseoso es reducido a amonio. Se estima que este proceso contribuye entre el 60-80% de la fijación biológica de nitrógeno. La simbiosis es inhibida si existe un exceso de nitrato o amonio en el suelo. Esta simbiosis contribuye con una parte considerable del nitrógeno combinado en la tierra y permite a las plantas leguminosas crecer sin fertilizantes nitrogenados y sin empobrecer los suelos; por tanto, se recomienda aplicar dosis bajas (25 a 30 kg/ha), que suplan el periodo entre la germinación y el comienzo de la fijación simbiótica, ya que en plantas que han nodulado normalmente pueden haber deficiencias.

#### **3.1.5. Uso del P.**

El fósforo (P) en las plantas es menos abundante en comparación con N y K. Su contenido en plantas deficientes en P normalmente alcanza a 0,1% de P en la materia seca. El P es un elemento esencial para el crecimiento, la división celular, elongación radical, desarrollo de semillas y frutos y madurez temprana. Los síntomas de deficiencia normalmente comienzan en las hojas más viejas y se caracterizan por una coloración azul-verdosa a rojiza. La corrección de P en el suelo se logra con fertilización a la siembra, donde las dosis serán en función del tipo de suelo y la magnitud de la deficiencia.

#### **3.1.6. Uso del K.**

El potasio (K) es el segundo mineral más abundante en la planta después del nitrógeno. El K está involucrado en la actividad de más de 60 enzimas, en la fotosíntesis y en el movimiento de sus productos (fotosintatos) a los órganos de almacenamiento (semillas), en la economía del agua y en la generación de resistencia contra varias plagas, enfermedades y condiciones de estrés. El síntoma general de deficiencia de K es la clorosis a lo largo del borde de la hoja, seguido por una quemadura de las hojas viejas. Los síntomas aparecen en las hojas viejas debido a la movilidad de este nutriente. Las plantas muestran crecimiento achaparrado y entrenudos acortados.

#### **3.1.7. Economía en la aplicación de fertilizantes.**

Según el último Censo Nacional Agropecuario (2012) se demuestra que la agricultura peruana se caracteriza por una aplicación limitada de fertilizantes. “Es decir, más del 55% de agricultores no aplica ningún tipo de fertilizantes por desconocimiento, falta de acceso o por

tradición; mientras que, de los que si utilizan (44%), únicamente el 25% aplica un programa de nutrición de cultivos adecuado con las dosis exactas en cada etapa del cultivo”, explicó.

Para Paulo Yvan, Director Regional de Yara Pacífico Sur, desistir en la aplicación de fertilizantes es una mala práctica agrícola que trae consecuencias severas. “No solo (los agricultores) empobrecen la calidad de sus cultivos y producen en cantidades insuficientes para generar rentabilidad, sino que también no le devuelven al suelo los nutrientes que fueron absorbidos por las plantas. Estamos frente un escenario insostenible cuando deberíamos producir más en menos espacio. Esto lo puede garantizar un adecuado manejo del cultivo con un programa de nutrición balanceado y dosificado” subrayó.

### **3.1.8. Las leguminosas en la economía del N.**

Los rizobios (del griego rizo= raíz y bios= vida) son bacterias Gram- móviles que habitan el suelo y tienen forma de bacilo. Este término incluye un grupo heterogéneo de microorganismos que poseen en común la enzima nitrogenasa, que reduce el nitrógeno atmosférico ( $N_2$ ) y lo convierte en amonio. Hasta la fecha, se han descrito más de 48 especies en 9 géneros de bacterias que forman nódulos con leguminosas. Se ha reportado que los rizobios tienen tres estados de vida diferentes: uno dentro de los nódulos de las leguminosas, otro en el suelo y otro dentro de plantas no leguminosas como endófitos. Todos los rizobios pueden vivir muy bien como saprófitos en los suelos o en medios de cultivo. Cuando están activos fijando nitrógeno, las células tienen formas irregulares: curvas, en forma de X o de Y, denominadas bacteroides (Berrada, 2014).

Las bacterias del género *Rhizobium* cohabitan con las leguminosas en unas estructuras especializadas de la raíz, denominadas nódulos en las que se produce la fijación. Al nódulo llega el fotosintetizado (generalmente sacarosa), que sirve como fuente de energía, poder reductor y esqueleto carbonatado para la incorporación del amonio resultante de la fijación. Este producto será transportado por el xilema al resto de la planta. De esta forma el microorganismo recibe la energía y nutrientes que necesita de la planta evitando la competencia con otros microorganismos del suelo, y ésta adquiere nitrógeno en forma de amoniaco, que incorporará a su metabolismo y posteriormente al de otras plantas si es liberado del material vegetal descompuesto (Lampkin, 2001) o rizo depositado (Querné *et al.*, 2017). La fijación de nitrógeno no es “gratuita” para la planta: su

aporte de energía para el proceso de fijación, y la producción y mantenimiento de los nódulos en las raíces puede ralentizar el crecimiento vegetal (Gresshoff *et al.*, 2015; Lampkin, 2001). Las leguminosas se caracterizan por poseer dos vías por medio de las cuales captan y asimilan nutrientes nitrogenados. Una de ellas parte de compuestos nitrogenados solubles que se encuentran disponibles en la solución del suelo y la otra requiere de la asociación con rizobios fijadores de nitrógeno (Lodeiro, 2015). Así se establece una simbiosis rizobio-leguminosa, en la cual, la bacteria le brinda a la planta, nitrógeno, obteniendo a cambio compuestos carbonados y un ambiente favorable para fijar nitrógeno (Wang *et al.*, 2002).

Especies de los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* y sus géneros hospedantes (Jordan, 1984).

| N° | Bacteria                                                                                                                                                                                                     | Géneros hospedantes                                                                                                                                                                       |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | <b>De crecimiento rápido</b><br><i>Rhizobium meliloti</i><br><b><i>Rhizobium Leguminosarum</i></b><br>biovariedad trifolii<br>biovariedad phaseoli<br>biovariedad viceae<br><br><b><i>Rhizobium loti</i></b> | <i>Medicago, Melilotus, Trigonella</i><br><br><i>Trifolium</i><br><i>Phaseolus vulgaris</i><br><i>Pisum, Lathyrus, lens, Vicia</i><br><br>Lupinus, Lotus, Anthyllis, Ornithopus, Leucaena |
| 2  | <b>De crecimiento lento</b><br><i>Bradyrhizobium japonicum</i><br><br><i>Bradyrhizobium spp (Vigna)</i><br><br><i>Bradyrhizobium sp (Lupinus)</i>                                                            | <i>Glycine max</i><br>Vigna, leguminosas forrajeras tropicales y muchos otros<br><br><i>Lotus pedunculatus, Lupinus sp</i>                                                                |

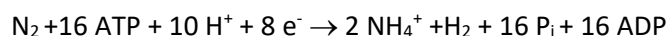
#### Inoculación de semillas con *Rhizobium*.

La bacteria *Rhizobium* tiene la capacidad de fijar el nitrógeno del aire y convertirlo en una forma que las leguminosas puedan aprovecharlo para su desarrollo y buen rendimiento. Este proceso tiene lugar después de la germinación de la semilla, en los nódulos (bolitas) formados en la raíz de la planta. Esta es una práctica de fertilización biológica nitrogenada que reemplaza a la fertilización química. La cantidad de inoculante depende del tamaño de la semilla. Para una leguminosa de 1 a 10 semillas por gramo (soya, frejol, maní, arveja), se utiliza 10 g de inoculante por kilogramo de semilla. Para una leguminosa de 11-20 semillas por gramo (*Leucaena*), se utiliza 20 g. Para una leguminosa de 20 semillas o más por gramo (Trébol, alfalfa, *Pueraria*, *Centrosema*), se utiliza 50 g.

Para inocular la semilla se prepara una solución azucarada al 15 por ciento, colocando 15 g o 3 cucharaditas de azúcar negra en 85 ml (poco menos que media taza) de agua. Se agita vigorosamente hasta que el azúcar se diluya por completo. Se coloca una cantidad apropiada de la solución sobre la semilla contenida en un balde hasta que todas las semillas obtengan un aspecto brillante. Se coloca el inoculante y se mezcla con la semilla usando un palo. La distribución debe ser homogénea, sin formar grumos. Se sigue mezclando hasta que las semillas empiecen a despegarse una de la otra. Cada semilla debe estar cubierta mostrando un color oscuro homogéneo. Se seca la semilla bajo sombra evitando que el inoculante se despegue. De preferencia se siembra inmediatamente después de la inoculación cubriendo la semilla con el suelo, que debe estar suficientemente húmedo. Es ideal sembrar en la mañana (7 a 10 am), evitando temperaturas altas y días soleados. No se debe almacenar la semilla inoculada pues la bacteria puede perder su efectividad y ser atacada por insectos (Bernal *et al.*, 2004).

### **Fijación biológica de nitrógeno**

Tras el agua, el nitrógeno es el segundo factor limitante del crecimiento de las plantas, ya que aunque el 78% de la atmósfera terrestre es nitrógeno (N<sub>2</sub>), las plantas no pueden utilizarlo directamente en esta forma, sino que debe combinarse con hidrógeno u oxígeno y formar compuestos inorgánicos, principalmente amonio y nitratos (Vitousek *et al.*, 1997). Estos compuestos se encuentran naturalmente presentes en el suelo, pero en cantidad insuficiente para soportar la agricultura intensiva (Olivares, 2007). El nitrógeno disponible para la nutrición de las plantas proviene de la fijación biológica de nitrógeno (FBN) y/o de la aplicación de fertilizantes nitrogenados, generalmente sintéticos, además de las reservas de nitrógeno inorgánico del suelo (Erman *et al.*, 2011). La FBN es el proceso por el cual ciertos tipos de bacterias transforman el nitrógeno atmosférico en amoníaco según la siguiente reacción bioquímica:



Esta reacción es catalizada por el complejo enzimático nitrogenasa (Giraldez *et al.*, 1983), que permite su desarrollo en condiciones de presión y temperatura ambientales (Baca *et al.*, 2000).

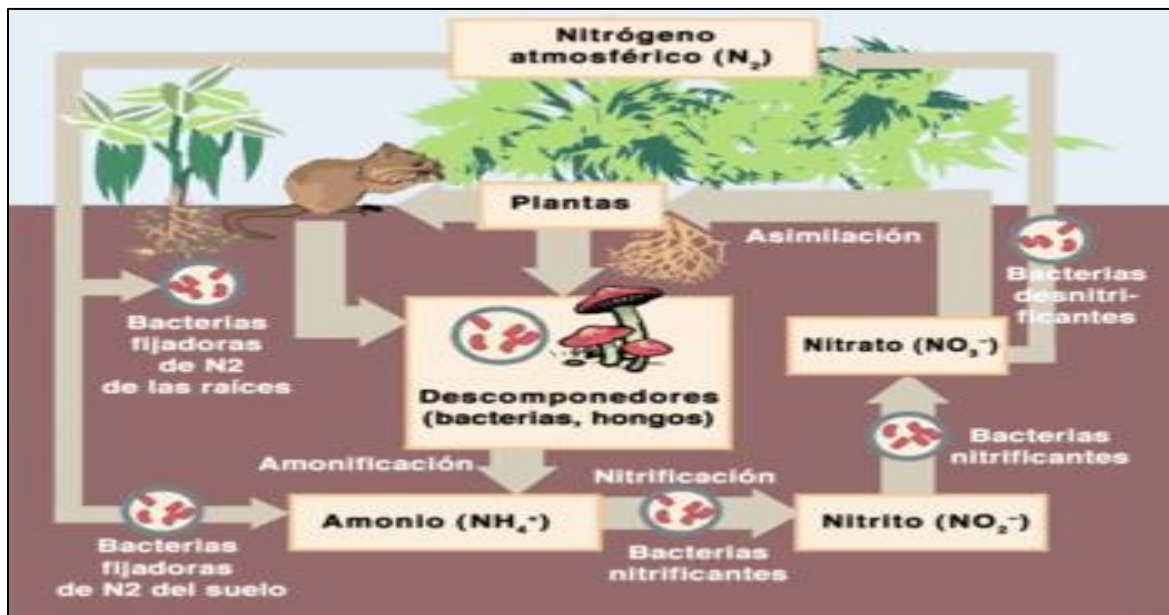


Figura 13. Fijación biológica de nitrógeno.

## UNIDAD II

### POÁCEAS FORRAJERAS.

#### 1. DESCRIPCIÓN GENERAL.

Las poáceas (Poaceae) son una familia de plantas herbáceas, o muy raramente leñosas, perteneciente al orden Poales de las monocotiledóneas. Con más de 820 géneros y cerca de 12 100 especies descritas, las Poaceas son la cuarta familia con mayor riqueza de especies luego de las compuestas, las orquídeas y las leguminosas; pero, definitivamente, es la primera en importancia económica mundial (Simón *et al.*, 2011)

De hecho, la mayor parte de la dieta de los seres humanos proviene de las Poaceas, tanto en forma directa —granos de cereales y sus derivados, como harinas y aceites— o indirecta —carne, leche y huevos que provienen del ganado y las aves de corral que se alimentan de pastos o granos—. Es una familia cosmopolita, que ha conquistado la mayoría de los nichos ecológicos del planeta, desde las zonas desérticas hasta los ecosistemas de agua salada, y desde las zonas deprimidas y anegadizas hasta los sistemas montañosos más altos (Judd *et al.*, 2002).

Esta incomparable capacidad de adaptación está sustentada en una enorme diversidad morfológica, fisiológica y reproductiva y en varias asociaciones mutualísticas con otros organismos, que convierten a las poaceas en una fascinante familia, no solo por su importancia económica, sino también por su relevancia biológica. Entre las especies más destacadas están la caña de azúcar, el trigo, el arroz, el maíz, el sorgo, la cebada, la avena, el centeno o el bambú.

#### 1.1. Poáceas forrajeras.

Crecen en todo tipo de ambientes, con diferentes exigencias en cuanto a agua, fertilidad de suelo, temperaturas. Son pensadas en la dieta del animal para cubrir sus necesidades energéticas, ya sea en forma de fibras, almidón o azúcares más simples. En términos generales, son grandes productores de materia seca por hectárea; sus contenidos en proteína son de medianos a bajos, de acuerdo a la especie y etapa en su ciclo de crecimiento.

## 1.2. Morfología.

Las poáceas en el Perú se encuentran ocupando todos los pisos bioclimáticos, desde las orillas del Océano Pacífico hasta las altas cumbres de los Andes e incluyendo la llanura amazónica, atravesando los Andes orientales (Tovar 1993). Las poáceas son elementos florísticos importantes en la mayoría de las formaciones vegetales que ocurren en el territorio peruano (Cano *et al.*, 2000). El aparato vegetativo está constituido por el culmo o caña, que comprende el tallo; el culmo no se ramifica salvo en la base, para darle mayor estabilidad a la planta. Las hojas constan de una vaina que envuelve el culmo y una lámina, que se saca fácilmente de la vaina, y que corresponde a un pequeño apéndice membranoso llamado lígula, estas hojas son alternas, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. Las raíces son adventicias, una característica constante en las monocotiledóneas. Poseen dos tipos de raíces: seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales.

En cuanto a su anatomía, las hojas de las monocotiledóneas en general presentan células epidérmicas las cuales son generalmente alargadas en sentido paralelo al eje de la hoja y los estomas están ordenados en filas longitudinales en las zonas intercostales (Jensen & Salisbury 1988). En las poáceas xerófitas con numerosos estomas, la epidermis adaxial presenta células buliformes o células motrices, que se diferencian de las demás por su forma y su mayor tamaño (Jensen & Salisbury 1988). En algunas poáceas, especialmente eragrostoidae y panicoideae, el clorénquima es radial, es decir que sus células rodean los haces vasculares ordenadas radialmente; pueden ser algo lobadas en Bambusoideae y en algunas especies son profundamente lobadas o ramificadas. En muchas hojas de monocotiledóneas hay grandes cantidades de esclerénquima. En el tallo de las monocotiledóneas hay numerosos haces dispersos o ubicados en varios círculos; en este grupo de plantas no se observa región medular (Jensen & Salisbury 1988).

En la raíz de monocotiledóneas se observa claramente que son poliarcas (Jensen & Salisbury 1988). Además presentan una epidermis persistente monoestratificada. Los pelos absorbentes quedan limitados a una región de unos cuantos centímetros en el extremo de la raíz. La cual está formada típicamente por la caliptra, una corteza durable formada por abundante parénquima. La corteza puede presentar además de espacios esquizógenos, lagunas lisígenas, relacionadas a las

condiciones de falta de oxígeno en el medio. En su parte interna presenta un crecimiento centrípeto y en la externa centrífugo. Las poáceas son una de las principales familias entre las plantas vasculares, tanto desde el punto de vista ecológico, como económico-alimentario. La mayor parte de las culturas antiguas basaron su alimentación en frutos y semillas de especies de esta familia (Teillier 2000).

### **1.3. Especies de importancia en la costa, sierra y selva.**

#### **Costa.**

Maíz chala (*Zea mays*), elefante (*Pennisetum purpureum*), pangola (*Digitaria decumbens*), pasto azul o buffel grass (*Pennisetum ciliare*), sorgo dulce (*Sorghum vulgare*), caña de azúcar (*Saccharum officinalis*).

#### **Sierra.**

Avena forrajera (*Arrhenatherum elatius*), cebadilla (*Bromus inermis*), festuca (*Festuca arundinacea*), rye grass inglés (*Lolium perenne*), rye grass italiano (*Lolium multiflorum*), ovillo o pasto azul (*Dactylis glomerata*).

#### **Selva.**

Braquiarias: (*Brachiaria decumbens*), (*B. humidicola*) (*B. brizantha*), nudillo (*B. mutica*), San Martin (*Andropogon gayanus*), yaragua (*Hyparrhenia rufa*), elefante (*Pennisetum purpureum*), maicillo (*Axonopus scoparius*), King grass (*Saccharum sinense*).

## **2. POÁCEAS ANUALES.**

### **a. Sorgo forrajero (*Sorghum vulgare*).**

De acuerdo con Doggett (1998) los sorgos cultivados hoy en día se originaron del silvestre *Sorghum bicolor* sub sp del *Sorghum arundinaceum*; y la mayor variación en el género *Sorghum* se encuentra en el noreste del África en la región de Etiopía, Sudán, donde el género ancestral tiene un número básico de cinco cromosomas, originándose probablemente hace 5 000 o 6 000 años. Posteriormente pasó a Australia llegando al nuevo mundo. Existe evidencia que el sorgo llegó de Etiopía a África Oriental en el año 200 después de Cristo (DC), usando el grano para elaborar cerveza. El sorgo (tipo Guinea y Durra) pasó de África a la India en el año 1 500 antes de Cristo (AC); y de la India el cereal llegó a China en el siglo III y dio lugar a características distintas del grupo kaoliang

cultivado en china. Para el año 700 AC se movió de la India hasta Italia. La llegada del cereal a varias partes del Hemisferio Occidental fue a través del comercio de esclavos; al principio, los tipos guinea criolla, sensible al fotoperiodo (maicillos criollos), fueron llevados a América Central proveniente de África como alimento para los esclavos durante el siglo XVI. Los tipos guinea fueron buenos como provisión para la marina ya que los granos duros toleraban el almacenamiento. El sorgo parece haber llegado a América como maíz de Guinea, desde África occidental alrededor del siglo XVIII. Aunque este cereal llegó a América Latina a través del comercio de los esclavos y por obra de navegantes que hacían la ruta comercial Europa-África-América Latina, aunque su cultivo no llegó a adquirir importancia hasta el siglo actual.

### **Importancia económica del sorgo.**

El sorgo tiene gran importancia a escala mundial, pues está comprobado que puede sustituir cereales como el trigo y el maíz en la mayoría de los usos de estos, tanto en la alimentación humana como en la producción de forraje o grano para la cebsa de animales, y también en la industria. A su vez posee alto potencial de producción de granos y buenas perspectivas de contribución al desarrollo de la agricultura. Se destaca en la producción de almidón, dextrosa, miel de dextrosa, aceites comestibles y bebidas; en la elaboración de cervezas, bebidas locales y materias colorantes, cosméticos, papel, productos farmacéuticos, confituras, mezcla en café y cárnicos, entre otras (Saucedo, 2008); además, las panículas se emplean para la confección de escobas o se queman para obtener cenizas ricas en potasio (Pérez *et al.*, 2010). De los tallos de esta planta se pueden obtener otros productos como jarabes y azúcares. La producción de etanol constituye una fuente alternativa para la obtención de energía a partir de este cultivo. La harina de sorgo es pobre en gluten, es más blanca y nutritiva que la del mijo (*Panicum miliaceum*), con ella se fabrican tortas y galletas que sirven de base en la alimentación humana, ya sea sola o asociada al maíz o al mijo, por ello en la India, China y algunas regiones de África, el sorgo constituye un elemento muy importante (CENTA, 2007). Asimismo, en la industria de panificación la harina de sorgo está tomando auge, ya que se ha comprobado que puede sustituir hasta en un 50% a la harina de trigo, en las mezclas para la elaboración de pan, sin afectar la calidad de éste (CENTA, 2007).

### **Taxonomía**

El sorgo pertenece a la familia de las poaceas. Las especies son el *Sorghum vulgare* y el *Sorghum sudanensis*.

### **Etapas fenológicas del Sorgo**

El cultivo del sorgo presenta tres etapas fenológicas bien definidas, con una duración de aproximadamente 30 días cada una, dependiendo de la variedad que se utilice así como de las condiciones agroclimáticas.

1. Etapa vegetativa, comprende desde la siembra hasta el inicio de los primordios florales. Inicia con la imbibición del agua por la semilla, pasando por la formación de la radícula, del coleóptilo, crecimiento de hojas y tallo, finalizando al inicio del primordio floral.
2. Etapa reproductiva, se inicia con la emergencia del primordio floral, continúa con iniciación de ramas primarias, secundarias; agrandamiento del ápice floral, glumas, espiguillas, formación de florcillas con sus estambres y pistilos, finalizando con la maduración de los órganos reproductivos.
3. Esta etapa comprende la polinización, fecundación del ovario, desarrollo y maduración del grano.

### **Morfología**

El sorgo tiene hábito y fisiología vegetal (metabolismo de las plantas C4) similares a los del maíz (*Zea mays*). El género *Sorghum* presenta un sistema radical profuso que le brinda una estructura de soporte muy desarrollada, que permite acumular gran cantidad de reservas, de igual manera tiene mayor capacidad de penetración y persistencia en climas secos, donde la escasez de agua se mantiene por períodos prolongados.



**Figura. 14. Sorgo**

## **El tallo**

El sorgo es una planta de un solo tallo, aunque puede desarrollar otros dependiendo de la variedad y el ambiente, con espigas que nacen por pares, y la altura puede oscilar de 1 a 3 m. Los nudos presentan abundantes pilosidades.

## **Las hojas**

Son alternas, aserradas, lanceoladas, anchas y ásperas en su margen; estas tienen la propiedad de quitinización durante los períodos secos, lo que retarda el proceso de desecación (Pérez *et al.*, 2010).

## **Inflorescencia**

Tiene inflorescencias en panojas; cada panícula puede contener de 400 a 8 000 granos, con un valor energético aproximado de 1,08 Mcal/kg; comparado con el maíz es un poco más rico en proteínas, pero más pobre en materia grasa deficitaria en lisina. El color del grano varía desde un blanco translúcido hasta un pardo rojizo muy oscuro, con gradaciones de rosado, rojo, amarillo, pardo y colores intermedios; sus semillas son esféricas y oblongas, de aproximadamente 3 mm de tamaño.

## **Semilla**

Es gruesa, comprimida, oval y desnuda, y presenta varios colores como café, azulado, negro, blanco, rojizo y amarillo, entre otros. Tiene una longitud de 3 mm. La mayoría de semillas se desprenden y caen al suelo al secarse la planta en la madurez. Este cultivo tiene una gran capacidad para rebrotar después de cortes sucesivos, con lo que se logra prolongar su vida productiva por cinco o seis años, bajo un sistema adecuado de manejo y fertilización.

## **Ecología o exigencias del cultivo**

Las exigencias del sorgo para grano en términos de calor son más elevadas que las del maíz. Es una especie que se desarrolla bien en condiciones de clima cálido, con lluvias moderadas y bien distribuidas. Para la germinación este cultivo necesita temperaturas de 12°C a 13°C y el crecimiento de la planta se activa cuando estas sobrepasan los 15°C, con el óptimo alrededor de los 32°C. Se plantea que los descensos de temperatura en el momento de la floración pueden reducir el rendimiento del grano, además de producir esterilidad de las espiguillas y afectar también la viabilidad del grano de polen. Las temperaturas muy altas durante los días posteriores a la floración

reducen el peso final del grano. La temperatura de 38°C merma los rendimientos por el aborto de sus flores; mientras que la de 27°C resulta ideal para el período reproductivo. Asimismo, 21°C representa la mínima para un buen crecimiento, y 18°C significa la óptima del suelo para su germinación. El empleo del sorgo como cultivo ha mostrado su valor agregado a la naturaleza y a los suelos mediante el aporte de materia orgánica y la mejora de las condiciones hidrológicas y químicas. Es eficiente en el consumo hídrico y contribuye a evitar los riesgos de erosión, además en las rotaciones de cultivo favorece el incremento productivo y el rendimiento de las áreas.

### **Tipos de sorgos**

Sánchez (1994) clasifica el sorgo de acuerdo a sus principales usos:

- **Sorgo granífero:** es destinado a la producción de grano, altura de la planta entre 90 y 150 cm, pueden usarse en la industria y en la alimentación humana y animal.
- **Sorgos graníferos de doble propósito:** son de producción de grano de biomasa de tallo y como silo de planta entera. En ensilaje la calidad es casi igual a la del maíz, altura de la planta es 2,5 metros.
- **Sorgos sileros:** producen gran cantidad de biomasa y poseen buena digestibilidad. En estos casos, la producción de grano no es determinante. Son de ciclo largo y de gran altura.
- **Sorgos tipo Sudan grass:** son utilizados para pastoreo directo, son más altos que los graníferos, con hojas largas y tallos finos. Su principal característica es su capacidad de rebrote y su elevada producción de macollos.
- **Sorgos fotosensitivos:** son sensibles a la longitud del día y a la exposición de luz, normalmente no florecen o lo hacen tardíamente, por lo cual permanecen en estado vegetativo y alcanzan gran altura. Su uso principal es para pastoreo directo.
- **Sorgos de tallos secos:** se utilizan para quemar directamente y en la generación de energía eléctrica o de calor para calderas. Sorgos para bioetanol: son genotipos con mínimo macollaje, fotosensitivos o con mínima producción de granos, alto contenido de lignina en tallos y muy dulces.

## **b. Maíz chala (*Zea mays* L.).**

El maíz forrajero (*Zea mays* L.) se emplea extensivamente como alimento básico para el ganado bovino (Boon *et al.*, 2012).

El maíz (*Zea mays* L.), que se presume que tiene como centro de origen a la zona de México y Centroamérica, es una de las mejores opciones forrajeras entre las plantas debido, a que, por sus características productivas, puede ser usada bajo un amplio espectro de pisos ecológicos, lo cual no puede ser igualado por otros pastos forrajeros. Las condiciones tropicales son las más óptimas para establecer sistemas de producción de ganado lechero ya que se basan en el uso de pasturas que posean una calidad de biomasa comestible aceptable y que logren expresar un crecimiento vegetativo abundante expresado en rendimiento de forraje verde, los cuales son alcanzados por el maíz (Fuentes *et al.*, 2000).

MINAGRI (2019), informa a través de la Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA) el área cosechada de maíz chala a nivel nacional para los años 2015, 2016 y 2017 fueron de 35 336 ha, 34 885 ha y 36 311 ha respectivamente. Los rendimientos promedios nacionales para los años 2015, 2016 y 2017 fueron de 46 980 kg/ha, 46 836 kg/ha y 49 101 kg/ha respectivamente. A lo largo de estos años, se puede apreciar que los departamentos con mayores áreas cosechadas y rendimientos promedios regionales son Arequipa, La Libertad y Lima.

### **Descripción botánica**

A lo largo del planeta se pueden encontrar muchas variedades de maíz, los cuales presentan alturas que van desde los 40-60 centímetros hasta unas gigantes que llegan a los 8 metros, poseen un tallo leñoso compuesto de nudos y entrenudos de la cual se sostienen las mazorcas, el diámetro del tallo varía desde los 8 a 25 centímetros de diámetro dependiendo del tamaño de la planta, la cual es proporcional para evitar que el mismo peso de la planta la haga tumbarse (Valladares, 2010). De acuerdo con Paliwal *et al.*, (2001), la planta de maíz es una monocotiledónea de ciclo de vida anual, posee hojas alternas a lo largo de todo su tallo que está formado por nudos y entrenudos, y un sistema radicular fibroso; el tamaño del tallo y el número de hojas varía dependiendo de la variedad empleada y son los componentes clave para determinar el rendimiento en campo. Tiene yemas laterales en las axilas de las hojas, las de la parte superior de la planta formarán una inflorescencia femenina (mazorca) que estará envuelta por brácteas. En la parte superior de la planta se encuentra

una espiga central con ramificaciones laterales llamada inflorescencia masculina, la cual será encargada de la producción de granos para la polinización.

### Requerimientos del cultivo

Según Ortas (2008), el cultivo de maíz necesita suelos estructurados, fértiles y profundos que permitan un correcto desarrollo de las raíces y que permitan el aprovechamiento óptimo de los nutrientes del suelo. El cultivo de maíz se puede sembrar desde el nivel del mar hasta los 4 000 m.s.n.m., algunos factores perjudiciales para el rendimiento de la planta son una excesiva humedad por riego e incluso si hay presencia de vientos secos cálidos pueden inducir a una menor disponibilidad de polen para la fertilización y la formación de mazorcas (ECOCROP, 2007).

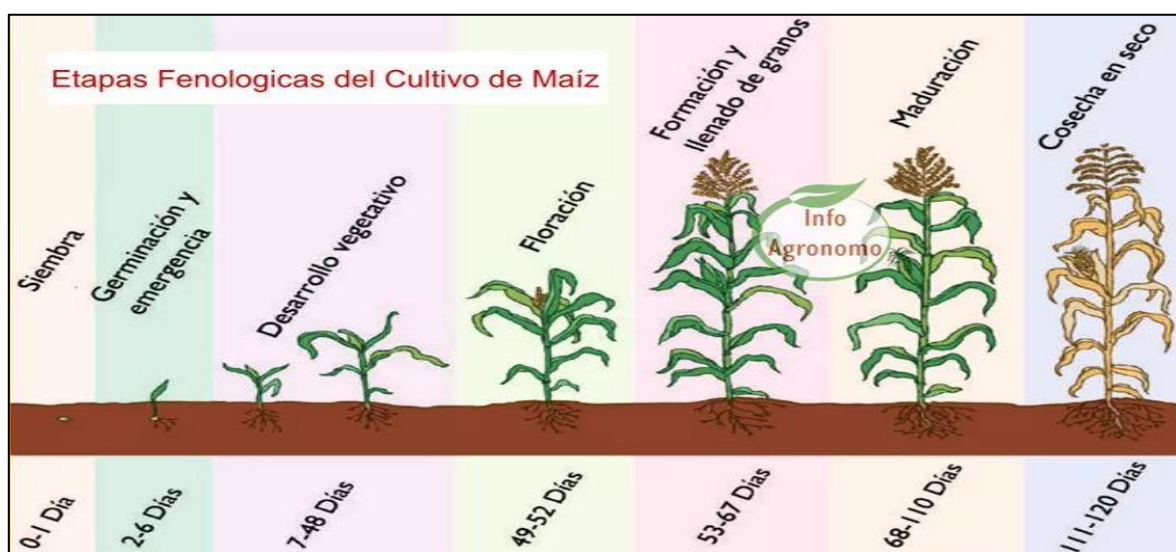


Figura. 15. Fenología del maíz.

### Suelos

Se recomienda que los suelos destinados para siembra de maíz deben ser fértiles y que sus propiedades físicas (Textura, densidad, aireación, etc.) sean las adecuadas para permitir el correcto crecimiento radicular de la planta. Deben contar con una cantidad de materia orgánica en el suelo de entre 2,5% a 4%, que posea un pH promedio de 7 (suelo neutro a alcalino), que no posea pendientes pronunciadas, y, un buen drenaje para evitar charcos de agua al momento de realizar los riegos (Manrique, 1997).

### **Abonamiento**

De acuerdo a Manrique (1997), el nitrógeno y el fósforo son los macro elementos a los que más se les tiene que tener en cuenta dado que son los principales aportantes para lograr rendimientos óptimos de forraje y grano en el maíz. La dosis recomendada para suelos normales de costa es de 160-80-0 kg/hectárea. El elemento nitrógeno es crítico para cuando la planta llega al estadio de desarrollo vegetativo dado que estimula el crecimiento de follaje y el fosforo es crucial en la etapa de llenado de grano.

### **Pluviometría y riegos**

Como en casi todas las plantas, los requerimientos hídricos del cultivo de maíz varían mucho mientras va transcurriendo sus diferentes estadios fenológicos, usualmente al inicio del cultivo es cuando se necesita la menor cantidad de agua, pero siempre manteniendo el suelo con una humedad suficiente para no llegar a punto de marchitez. Durante la fase de crecimiento vegetativo, el cultivo necesita la mayor cantidad de agua debido a que es la fase donde ocurre mayor actividad fotosintética para la formación de tallo y hojas. La floración es el periodo más crítico del cultivo, ya que asegurar riegos que mantengan humedad en el suelo permitirá una eficaz polinización y un excelente cuajado de las mazorcas. Y al final, durante el periodo de madurez de la planta, luego de que ya la mazorca esté completamente formada se recomienda ir disminuyendo la cantidad de agua de riego para evitar que por el peso de las mazorcas y de la planta misma, el suelo este inestable y la planta termine tumbándose (Ortas, 2008).

### **Clima**

Las temperaturas óptimas de siembra van desde los 15 a 30°C, si se quiere usar variedades de maíz de alta producción de materia verde se recomienda la siembra en zonas con climas cálidos para acelerar el desarrollo vegetativo. Para la siembra se requiere temperaturas cálidas, luego para el desarrollo vegetativo temperaturas más elevadas y para la etapa de floración se necesita más un clima templado. El maíz requiere una temperatura cálida (25 a 30°C), para una correcta germinación de la semilla se recomienda que la temperatura del suelo debe ser de 15 a 20°C con una humedad del suelo presente. Durante la fase vegetativa del cultivo, se requiere bastante luminosidad para la fotosíntesis, es por esto que en climas húmedos con nubosidad siempre presente los rendimientos tienden a decaer. El maíz puede llegar a soportar temperaturas de hasta 8°C como mínimo y superar

los 30°C, sin embargo, en este último escenario pueden aparecer problemas muy graves en campo como serían la mala absorción de nutrientes y agua (Ortas, 2008).

### **Cosecha de maíz forrajero**

El maíz para forraje es cosechado ligeramente menos maduro que para grano cerca de dos semanas de pre madurez, pero con los granos en estado pastoso, ya que la mayor parte de la energía digerible se encuentra en las espigas y en el grano. Actualmente se cultiva para ensilar en áreas donde un cultivo para grano puede presentar riesgos (Suttie, 2003).



**Fig. 16. Cosecha de Maíz Chala.**

### **c. Avena, Cebada y Centeno.**

- **La avena (*Avena sativa* L.).**

Es una especie forrajera rústica, se adapta a diversos tipos de suelos, pero es exigente en agua por su mayor transpiración, superior al cultivo de cebada, por ello se adapta mejor a climas frescos y húmedos de las zonas alto andinas; es muy sensible a la sequía, especialmente en el estado fenológico de formación del grano. Sin embargo; esta nueva variedad posee características de alta proporción de hojas de buen tamaño que otras variedades conocidas no la tienen; por estas bondades existe una gran expectativa por parte de los ganaderos de la región sur del Perú (INIA, 2006).



**Fig. 17. Morfología de la Avena.**

#### **MANEJO DEL CULTIVO**

Es recomendable sembrar la avena en rotación con papa, quínua o cañihua.

Requiere roturación y dos pasadas de rastra que permitan una buena preparación del suelo.

La siembra debe realizarse en noviembre hasta la primera semana de diciembre para producción de forraje y en los meses de setiembre - octubre para la producción de semilla.

Para producción de forraje: 120 a 130 kg/ha

Para producción de semilla: 100 kg/ha

Dependiendo del análisis de suelo se recomienda aplicar 60-50-00 kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O. La mitad del nitrógeno y todo el fósforo se aplica a la siembra y la otra mitad del nitrógeno al macollamiento.

- La cebada (*Hordeum vulgare* L.).



**Fig. 18. Plantación de cebada.**

Es una especie tolerante a distintos estreses abióticos y tiene un ciclo de desarrollo relativamente corto. Estas características permiten que la cebada se pueda cultivar en condiciones ambientales que no son apropiados para otros cultivos (Bustamante *et al.*, 1997). Adicionalmente a esta adaptación ecológica, el principal producto que se obtiene de la cebada es el grano, que puede ser usado para la alimentación animal, para la elaboración de cerveza, malta y para la alimentación humana. La paja y el follaje son también usados como forraje para los animales (Forster y Powell 1997; citado por Bustamante *et al.*, 1997). Además tiene considerable importancia actualmente en la producción de bioetanol.

La cebada se puede clasificar según distintos criterios, siendo los más comunes:

- Hábito de crecimiento: la cebada puede ser de invierno o de primavera. Las de invierno, o de ciclo largo, requieren vernalización para florecer, mientras que las cebadas de primavera, o de ciclo corto, no requieren un periodo de vernalización.
- Morfología de la espiga: la cebada puede ser de dos o de seis hileras. En las primeras, las espiguillas laterales son estériles y las centrales fértiles, mientras que en las de 6 hileras todas las espiguillas son fértiles.
- Uso final: las cebadas pueden clasificarse según su uso final en malteras, alimenticias o forrajeras. Las primeras se utilizan para la elaboración de malta que se emplea en la obtención de cerveza

y otras bebidas alcohólicas, en la producción de azúcares y de preparados para productos alimenticios. Las segundas por su mayor valor proteico, fibras dietéticas (beta glucanos) y alto contenido de carbohidratos se emplean en alimentación humana como granos perlados y harinas para panificación. Las terceras se utilizan básicamente como forraje para los animales.

- Por cubierta de grano: existen cebadas con cariósides vestidos o con cáscara (lemma y palea- envolturas florales no se desprenden en la trilla) y cebadas con cariósides desnudos o sin cáscaras (lemma y palea se desprenden del fruto en la trilla). Las cebadas cubiertas generalmente se cultivan en Europa, EE.UU., Australia y las cebadas desnudas son cultivadas al sudeste de Asia y en la región andina. En cebadas desnudas, los rendimientos son menores que los del tipo cubierto en parte por la disminución del porcentaje de cáscara que representa un 12 - 13 por ciento del grano (Huarcaya, 1990). La cebada desnuda no es apropiada para el malteo, pero si es de importancia en la alimentación, ya que poseen una alta digestibilidad (94%) a comparación de las cebadas cubiertas (83%) (Evers & Kent, 1994).

## **REQUERIMIENTOS AMBIENTALES**

### **CLIMA**

La cebada es un cultivo poco exigente respecto al clima, por lo que su distribución es amplia, aunque le son favorables los climas frescos y moderadamente secos. Requiere menos unidades de calor para alcanzar la madurez fisiológica por eso alcanza mayores latitudes y altitudes. En el Perú, en cuanto a altitud crece desde el nivel del mar hasta los 3 900 msnm (Tapia & Fries, 2007). La cebada es entre los cereales el que se adapta mejor a mayores altitudes, preferiblemente con variedades precoces (Jacobsen & Adams, 1958; citado por Baglietto, 2008).

### **TEMPERATURA**

Necesita una temperatura mínima de 6°C para germinar. Logra florecer a los 16°C y madura a los 20°C. La temperatura óptima para el desarrollo de raíces en el suelo es aproximadamente 15°C. Tolerancia a bajas temperaturas, soportando hasta 10°C. En zonas donde las heladas invernales son muy fuertes, se recomienda la siembra de cultivares primaverales, pues estas comienzan su desarrollo cuando ya han pasado los fríos más intensos (Huamán, 2001).

## SUELO

Prefiere suelos fértiles, pero se puede obtener buenos rendimientos en suelos hasta poco profundos y pedregosos, con tal que no falte el agua al comienzo de su desarrollo. Los suelos arcillosos son problemáticos para su adecuado crecimiento y tolera bien el exceso de salinidad en el suelo. Los terrenos compactos le son desfavorables pues dificultan la germinación y las primeras etapas del crecimiento de la planta (Coronado, 1997).

Los suelos arcillosos, húmedos y encharcados son desfavorables para la cebada, aunque se puede obtener altos rendimientos si se realizan adecuadamente las labores del cultivo y se preserva la humedad en el suelo. Los suelos con excesivo nitrógeno inducen el encamado e incrementan el porcentaje de nitrógeno en el grano hasta niveles inapropiados, cuando son destinados a la fabricación de malta para cerveza.

Es muy tolerante al calcio, creciendo bien incluso en suelos muy calizos, es por eso que muchas veces este tipo de suelos se les denomina "cebaderos". La cebada es el cereal de mayor tolerancia a la salinidad estimándose que puede soportar niveles de hasta 8 dS/m (=8mmhos/cm) en el extracto de saturación del suelo, sin afectar el rendimiento. Sin embargo es importante el manejo del agua considerando tanto su cantidad como calidad de la misma (Coronado, 1997; Ellis *et al.*, 2000). La cebada es un cultivo altamente tolerante a estreses abióticos, en general; sin embargo son los estreses abióticos como las bajas temperaturas, salinidad, calor, el estrés hídrico entre otras los que reducen los rendimientos a nivel mundial, siendo esta reducción de aproximadamente el 50 % (Jaleel *et al.*, 2007).

- **El centeno (*Secale cereale*)**

Es un cereal (del orden Cyperales y la familia Poaceae) que fue domesticado con posterioridad al trigo, la cebada y la avena, pero cuyos registros se remontan a hace más de 2 000 años. Podría tener su origen en la actual Turquía. El centeno se cultiva principalmente para la cosecha de su grano y puede intercalarse con otros cultivos para diversificar los sistemas de producción, especialmente cuando las condiciones de cultivo son malas. Es un cultivo de pastura y se utiliza para prevenir la erosión eólica del suelo. El cultivo del centeno para grano o pasto es especialmente apropiado debido a su resistencia al invierno y a su rápido crecimiento a principios de la primavera en los climas fríos.



**Fig. 19. Semilla de centeno.**

El centeno se utiliza también para forraje. No obstante, el grano de centeno tiene un valor alimenticio relativamente bajo en comparación con otros cereales forrajeros. Tiende a formar una masa pegajosa en la boca del animal y puede ser sumamente desagradable al paladar e incluso tóxico si contiene cornezuelo. Pese a ser un cultivo de pastura menos agradable al paladar, es consumido de buena gana por los animales cuando no hay otros forrajes verdes disponibles. Una importante ventaja del centeno de invierno como forraje, en comparación con el trigo de invierno o el triticale de invierno, es que es más resistente y alcanza la madurez óptima para la cosecha entre 7 y 10 días antes.

### **3. POACEAS PERENNES DE CLIMA CÁLIDO.**

#### **a. Pasto elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumach).**

##### **Clasificación taxonómica**

|          |                 |
|----------|-----------------|
| Reino    | : Plantae       |
| División | : Magnoliophyta |
| Clase    | : Liliopsida    |
| Orden    | : Liliopsida    |
| Familia  | : Poaceae       |
| Género   | : Pennisetum    |
| Especie  | : Purpureum     |

Nombre científico : *Pennisetum purpureum* Schumach.

Nombres comunes: Pasto elefante, pasto napier, forraje napier, pasto gigante, hierba elefante y taiwán (DC) SCHUMACH

### Características botánicas

Es un pasto de corte perenne amacollada con más de 50 hijuelos/macollo de aspecto muy similar al King grass pero particularmente se diferencia del color púrpura, sus hojas son de color verde finas de 3 a 4 centímetros de ancho y tallos más finos. Este es un pasto muy rústico (resistente a plagas y sequías prolongadas, que se adapta bien a suelos de fertilidad moderada a baja) y agresivo. Se cultiva ampliamente y es utilizado para corte o pastoreo, por su alto rendimiento, palatabilidad y valor nutritivo (Márquez *et al.*, 2007).



**Figura. 20. Plantación de pasto elefante**

### Características morfológicas

Las hojas son finas, hasta de 1m de largo y 3 a 4 centímetros de ancho y lanceoladas. Su color va desde el verde claro (joven) al verde oscuro (maduro) de márgenes duros con presencia de vellosidades suaves, sus tallos son delgados numerosos de 1 a 2,5 m de alto. Puede alcanzar un diámetro de hasta 15 mm. Siendo algo flexible cuando es joven y rígido cuando alcanza su madurez. Su color varía con la edad de la planta, su inflorescencia es una espiga simple cilíndrica de 30 a 60 cm de largo, densamente cubiertas de espiguilla y sistema radicular adventicio, forman cepas muy compactas y sólidas que pueden alcanzar hasta 2 m de profundidad. Tienen rizomas (Suárez, 2016).

## **Características agronómicas**

**Adaptación:** Es una especie que se adapta bien a las condiciones tropicales y subtropicales, con una altitud de 0 hasta los 1 800 msnm, obteniéndose su mejor desarrollo por debajo de los 1 500 msnm con temperaturas entre 17° a 27 °C, siendo la óptima 25° C, con una humedad relativa entre el 60 y el 80%; con una precipitación de 1 200 a 2 200 mm/año, se adapta a distintos tipos de suelos, es resistente a la sequía y a la humedad del suelo, pero no tolera el encharcamiento que puede llegar a pudrir la raíz y el tallo; en cuanto a la acidez y fertilidad, no es muy exigente, sin embargo, los mejores resultados se obtienen en suelos fértiles, arcillo-arenosos, no muy pesados (Suárez, 2016).

**Uso:** Es un pasto esencial para corte y ensilaje. Aunque también puede ser utilizado para el pastoreo por su resistencia y en asociaciones con leguminosas (Suárez, 2016).

**Origen:** Es de origen africano (Suárez, 2016).

**Producción de biomasa:** Depende de la edad al momento del corte, buena fertilización y la población del pasto. La producción de forraje ton/FV/ha/año va de 80/120 y alta palatabilidad. Esto se obtiene cortando cinco muestras de un metro cuadrado de superficie (1 m x 1 m) en hectárea del lote que va a utilizar, pesar el forraje obtenido de cada muestra, sumar estos pastos y promediar, luego multiplicar por 10 000 metros cuadrados que tiene una hectárea para obtener la producción de forraje verde por hectárea (FAO, 2015).

**Calidad nutricional:** Se caracteriza por su aceptable calidad y alto valor nutritivo en proteína que va desde 7/10%, digestibilidad del 50-60% cuando se aprovecha en pastoreo o bajo corte para proporcionarlo al ganado en verde picado en ensilaje en fases de desarrollo tierno, pues si se cosecha o pastorea cuando la planta se encuentra vieja pierde su calidad y baja el consumo (INTA, 2014).

**Preparación del terreno:** Esta labor depende principalmente del tipo de suelo y su uso anterior. Se lo puede realizar preferente con arado de bueyes o maquinaria para garantizar una buena cama de siembra. En terrenos vírgenes se les puede dar 1 ó 2 pases de arado, y en suelos que ya han sido cultivados y que lo requieran con un pase es suficiente. Luego es necesario darle de 2 a 3 pases de rastra a fin de que quede suelto (Suárez, 2016).

**Siembra:** Para la siembra se utilizan, ya sean cepas o tallos maduros y provenir de plantaciones sanas en pedazos de 50 a 60 centímetros. La cantidad de semilla varía entre 16 y 20 bultos por hectárea

(650 a 800 kg). Se deben hacer los surcos en curvas de nivel a 40 cm, en surcos a distancias cortas a 1 metro aproximadamente y en triángulo. Tanto las cepas como los tallos se cubren totalmente con una capa de suelo no superior a los 5 centímetros, estableciendo íntimo contacto con el material (FAO, 2015).

**Fertilización:** Los nutrientes principales son el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), azufre (S) y calcio (Ca). El Potasio (K) desempeña un papel clave en el crecimiento, en el desarrollo celular y calidad de quemado de la biomasa. El magnesio (Mg) tiene la asignación fotosintética de la planta y su eficiencia depende, en gran medida, de la concentración de magnesio en el cloroplasto. Se estima que con el azufre (S) si se tiene las concentraciones adecuadas en la planta puede mejorar su eficiencia energética. La extracción y transporte de nutrientes en cada corte es total, haciendo insostenible el simple suplemento de nutrientes con las reservas del suelo. Requiere una fertilización adecuada de 75 kg/ha de nitrógeno, aplicado después de cada corte (163 kg de úrea), y anualmente por lo menos 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O (o sea, 250 kilogramos de un fertilizante compuesto como el 10-20-20). Estos valores se ajustan de acuerdo con el análisis de suelo y los aportes de abonos orgánicos (FAO, 2015).

**b. Pasto Castilla (*Panicum maximum*, Jacq.).**

La especie *Panicum maximum* Jacq. de origen Africano, se introdujo a América en 1967, para luego ser liberado en 1993 por el Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPQ), en Brasil. Es una especie extremadamente productiva en ambientes tropicales (Ramírez *et al.*, 2009). Las especies del género *Panicum*, es una de las que posee un mayor potencial de rendimiento forrajero, debido a que presenta un sistema fotosintético de gran efectividad. Por otro lado, los *Panicum* toleran el pisoteo y la sequía, es alto productor de forraje de buena calidad, palatabilidad y digestibilidad; además, presenta alta capacidad de rebrote con períodos de descanso de 35 días (Lobo y Díaz, 2001). La nomenclatura del *Panicum maximum*, ha venido modificándose con el paso de los años, conociéndose actualmente como *Megathyrsus maximus* Jacq. (Simon y Jacobs, 2003).



**Figura. 21. Pasto castilla.**

Es un pasto de buen comportamiento en suelos de alta fertilidad, es muy nutritivo. Su propagación puede hacerse por tallos con raíces "mallque", plantado cada 90 x 90 cm., o usando semilla sexual en una cantidad de 20 a 30 Kg. por/ha., se prefiere siempre hacerlo en líneas para poder facilitar el deshierbo.

Tradicionalmente se usa al pastoreo, pero al corte rinde 160 TM de materia verde/ha/año en 8 cortes.

Existe una gran variedad de este pasto debido a que es muy conocido en los países tropicales, existe una gran variedad de cultivares:

Tanzânia, Mombaça, Tobiatã, Colonião, Massai, Centauro, Vencedor, Makueni, Riversdale, Hamil, Petrie, Gatton, Embu, Coarse, Likoni., Ntchisi, Riversdale, Gramalote, Borinquen, Silky Guinea, St Mary's Cowgrass.

Algunas variedades pueden soportar alta saturación de Aluminio y un pH ácido, pero la falta de otros nutrientes hacen que no prospere en los suelos ácidos e infértiles, en esta zona se ha introducido el *Panicum maximum* cv. Centenario traído de Río Branco Brasil, que tolera ligeramente la acidez de los suelos.

Como todo pasto de crecimiento erecto y que forma matas deja el suelo desnudo entre plantas que por pisoteo del ganado y las lluvias, fácilmente se erosiona debido a esto los campos pierden su capacidad productiva, produciendo luego invasión de malezas; en otras zonas este pasto ha sufrido el ataque de una hormiga llamada Indanera, pero dentro de las especies de pastos es una de las de mayor valor nutritivo.

El problema del suelo desnudo o el espacio entre plantas puede solucionarse sembrando con distanciamiento estrecho como 20 cm entre plantas y 50 cm entre surcos, o sembrar con leguminosas o permitir el crecimiento del pasto natural.

El pasto Castilla se puede sembrar en la costa central de octubre a marzo y en la costa norte, todo el año. En la selva, ha sido sometido a evaluaciones mostrando un buen potencial como pasto de corte (Passoni *et al.*, 1992). Desde hace buen tiempo, trabajos de investigación han demostrado que al aumentar el intervalo entre cortes se incrementa la producción de forraje verde del pasto Castilla (Passoni *et al.*, 1992; Reynoso *et al.*, 2009; García *et al.*, 2008; Zanini, *et al.*, 2012). Sin embargo, se sostiene que el mejor momento de aprovechamiento del pasto por el ganado es cuando tiene una edad de siete a nueve semanas de rebrote, intervalo en el cual hay una cantidad adecuada de hojas, buen contenido proteico y baja fibra (Fernández, *et al.*, 2004; Reynoso, *et al.*, 2009).

#### **c. Yaragua (*Hyparrhenia rufa*, Ness, Stapf).**

El género *Hyparrhenia* comprendo más de 60 especies de poáceas confinadas casi en su totalidad a África tropical y subtropical del Sur. Tres de ellas se han introducido a América tropical, siendo una de estas, el pasto jaragua, *Hyparrhenia rufa* (Nees.) Stapf. *Hyparrhenia hirta* se ha extendido a los países mediterráneos y región templada de Sud África y cuatro especies, por lo menos, se han introducido a Asia y Australia.



**Figura.22. Pasto yaragua.**

**Adaptación:** Crece desde el nivel del mar hasta los 2 000 m., pero se adapta mejor en climas cálidos. Es resistente a la sequía, la quema y al pisoteo, crece bien en suelos pobres y con pH de ácido a neutro, precipitaciones entre 700 y 3 000 mm y en topografía desde plana hasta pendientes fuertes.

**Establecimiento:** Su establecimiento se hace con semilla utilizando 5 kg/ha al voleo, es muy utilizado el método de establecimiento con cultivos de maíz en áreas de laderas. Se puede propagar vegetativamente con cepas pero resulta costoso.

**Manejo:** Es una especie rústica, pero cuando está establecida responde a la fertilización. Su utilización se inicia después de los siete meses de establecido, no soporta sobre pastoreos y se semilla fácilmente perdiendo calidad. Generalmente, es usado bajo pastoreo continuo pero también en rotación con 4 a 5 días de ocupación y 42 días de descanso, con alturas de 40 a 50 cm.

Aunque sobrevive a sequías prolongadas, rebrota rápido y tolera quema, no se mantiene verde durante la época seca.

**Problemas:** Poca capacidad de carga, no compite con malezas y la semilla tiene baja germinación.

**Productividad, calidad de suelo y animal:** La producción puede alcanzar 15 t de MS/ha /año, su digestibilidad está entre 50 y 60 % y con 4 a 8 % de PC. La productividad animal y por hectárea es baja.

**Producción de semilla:** Produce abundante semilla, pero su germinación es baja, después de 3 meses de cosecha alcanza 15% de germinación y con el tiempo se hace aún más bajo. Por presentar arista requiere procesarse para su manejo ([www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)).

**d. Braquiaria común (*Brachiaria decumbens*, Stapf).**

Esta especie se caracteriza por ser una planta herbácea, perenne, semierecta a postrada, de 30 a 100 cm de altura. Sus raíces son fuertes y duras, con presencia de pequeños rizomas. Los culmos, de cilíndricos a ovados, pueden ser erectos o decumbentes, de color verde y algunas veces con visos morados, glabros o pilosos, con la presencia de seis a 16 internodios de 18 a 28 cm de longitud. Los nudos son de color verde, glabro o poco piloso y con zonas que tienden a ser fuertemente moradas. Las hojas miden entre 20 y 40 cm de largo y de 10 a 20 mm de ancho y están cubiertas por tricomas. Presentan bordes duros y ásperos. Estas son de color verde oscuro, principalmente en el primer año, debido al alto contenido de clorofila. La inflorescencia es en forma de panícula racemosa, de 25 a 47 cm de longitud; está formada por dos a cinco racimos de 4 a 10 cm de largo. Las espículas son oblongo-elípticas, gruesas, de 3 a 4 mm de largo, alineadas en filas dobles y con pedúnculo corto. Las dos glumas, la lema y la palea son de tamaño diferente. La gluma inferior es muy corta y no llega ni a la mitad de la longitud de las espículas; mientras que la superior es casi tan larga como ésta. Las semillas se reproducen a partir del mecanismo de la apomixis y algunas son infértiles, por lo cual el pasto se propaga principalmente por medio de material vegetativo.

La especie *B. decumbens* es originaria de África ecuatorial y crece de forma natural en sabanas abiertas o con presencia de arbustivas. Esta poacea se puede desarrollar en suelos fértiles, ácidos (pH= 4,2), así como en los que son calcáreos y pedregosos con pH=8,5. También se establece en clima moderadamente húmedo, pero no soporta inundaciones prolongadas. Esta especie se caracteriza por ser muy agresiva en pastoreo. Giraldo, Lizcano, Gijsman, Rivera y Franco (1998) indicaron que está entre las más cultivadas en los sistemas de producción ganadera en el trópico bajo. Se adapta a distintas condiciones agroecológicas, como puede ser en regiones con alturas desde el nivel del mar hasta 2 200 msnm, y a la sequía, lo que le permite establecerse en regiones tropicales donde predominen períodos secos de cuatro a cinco meses. Tolerancia las altas precipitaciones, el pastoreo intensivo y los suelos ácidos y pobres.



**Figura. 23. *Brachiaria decumbens*.**

**e. Otras especies de poáceas tropicales.**

Pangola (*Digitaria decumbens*, Stant); Maicillo o pasto imperial (*Axonopus scoparius*, Flugge, Hitch); gordura (*Melinis minutiflora*, Beauv.); Bermuda o cama de niño (*Cynodon dactylon*, L); Torourco o Pasto natural (*Paspalum conjugatum*, Berg.); San Martin (*Andropogon gayanus*, Kunth); King grass (*Saccarum sinense*); Rhodes grass (*Chloris gayana*, Kunth).

**4. POÁCEAS DE CLIMA TEMPLADO FRIO.**

**a. Rye grass inglés (*Lolium perenne*, L.).**

Planta perenne de 10-80 cm, cespitosa, con los tallos lisos. Hojas con lígula membranosa de hasta 2 mm y aurículas, la vaina basal generalmente rojiza cuando joven. Inflorescencia en espiga con el raquis rígido. Espiguillas con una sola gluma que iguala o llega a los 2/3 de longitud de la espiguilla, ésta con 2-11 flores. Lemas no aristados. Anteras de 2-3 mm de longitud.



**Figura. 24. *Rye grass inglés*.**

#### **Especies próximas:**

*Lolium multiflorum* y *L. rigidum* son anuales. *L. multiflorum* tiene las glumas más cortas, que como mucho alcanzan 2/3 de la longitud de la espiguilla, los lemas son aristados en ocasiones y suele haber 11-22 flores por espiguilla; *L. rigidum* tiene las anteras mayores, de 3-4,5 mm de longitud.

#### **Requerimientos ambientales:**

Climas templado-húmedos. Tolera el frío moderado pero es sensible al calor y a la sequía. Su crecimiento se ralentiza a partir de los 25°C y se paraliza a los 35°C. Se adapta a un amplio rango de suelos. Presenta una buena respuesta a la fertilización nitrogenada, en terrenos ricos en nitrógeno se desarrolla profusamente, pudiendo dominar el pasto. Soporta la compactación pero no tolera el encharcamiento.

#### **Distribución y zonas de cultivo:**

Nativa de Europa, desarrollada probablemente a partir de su congénere *Lolium rigidum*. Su cultivo está extendido en todas las regiones templadas del planeta. En la península ibérica se cultiva en el sector atlántico.

**Tipo de cultivo:** praderas bífitas y polífitas de secano, principalmente. Es común su asociación con trébol blanco en praderas bífitas.

**Implantación y persistencia:** implantación rápida. Dosis de siembra: 20-24 kg/ha en variedades diploides, 24-30 kg/ha en variedades tetraploides. Su crecimiento inicial no es tan rápido como el del raigrás italiano pero sí superior al resto de poaceas pratenses de la zona templada. Persistencia de 4-5 años o más si las condiciones de medio son favorables.

**Interés forrajero:** su gran capacidad de ahijado y elevada producción la convierten en la poacea más empleada para el establecimiento de praderas de larga duración en áreas templadas. Su producción no empieza hasta entrada la primavera que sigue al otoño de siembra. Las producciones al final del primer año son de 10-12 t ms/ha. Las producciones de los años siguientes suelen ser inferiores, estabilizándose su entorno a las 8-10 t ms/ha si las condiciones son favorables. Gran calidad nutritiva y apetecibilidad. En otoño los posibles ataques de roya pueden disminuir su apetencia. Presenta una buena ensilabilidad debido a su alto contenido en azúcares solubles.

**Formas de aprovechamiento:** tanto por el porte de la planta como por su tolerancia al pisoteo y a la defoliación el modo ideal de aprovechamiento es mediante pastoreo. Se aconsejan variedades de floración tardía para disminuir el grado de rechazo. También se puede segar cuando la biomasa es elevada ([www.unavarra.es](http://www.unavarra.es)).

#### **b. Rye grass italiano (*Lolium multiflorum*, L.)**

**Origen:** Conocido como Ballico italiano, raigrás anual, raigrás italiano, margallo, vallico de Italia, vallico italiano, zácate italiano, lolio (*Lolium multiflorum*); es nativo de Europa, ha sido introducida en todas las regiones templadas del mundo como una especie agrícola. Su cultivo en Italia data desde el siglo XIII y XIV, además se encuentra en todos los ecosistemas (León, 2003; citado por Velásquez, 2009).

**Tipo de planta:** Es una planta botánica de la familia de las poaceas, de tipo pratense, adaptada para el forrajeo de otoño – primavera. Tiene formas del tipo anual, bianual y trianual, como por ejemplo el *Lolium multiflorum* variedad italicum.



**Figura. 25. Rye grass italiano.**

**Altitud:** El rye grass italiano (*Lolium multiflorum*) es una poacea perenne de rápido crecimiento, que se cultiva desde el nivel del mar hasta los 4 200 msnm, lo cual condiciona una elevada demanda como alimento forrajero para el ganado (Ordoñez y Bojórquez, 2004; CARE, 2011; INEI, 2012 y Bojórquez *et al.*, 2015).

**Suelos y condiciones climáticas:** Crece en una amplia gama de suelos, salvo en suelos que son excesivamente drenados o en suelos que tienen un mal drenaje. Es intolerante a los climas calientes y secos. Puede sobrevivir en periodos cortos de inundaciones. Actualmente, esta especie se encuentra naturalizada en nuestro país. Se trata de una planta forrajera, capaz de proporcionar una producción muy elevada. Cultivada en buenas tierras y mantenida mediante un excelente manejo, proporciona intensas cosechas (León, 2003; citado por Velásquez, 2009).

**Germinación:** Estudios sobre el porcentaje de germinación del rye grass (*Lolium multiflorum*), realizados en la Universidad Nacional Agraria la Molina, obtienen un 90 % de germinación, comenzando la germinación a los dos días de realizada la pruebas (Terrazas, 2009).

La tasa de aparición de hojas esta positivamente relacionado con la temperatura a la cual la planta está expuesta. El óptimo está entre 18 -25°C para poaceas de regiones templadas frías, como el rye grass. Un aumento de la temperatura produce un incremento en lo largo y área, pero una reducción del ancho de cada hoja individual (Velásquez, 2009).

El rye grass Italiano presenta tallos delgados de dos a cinco nudos, con hojas verdes brillantes en su cara inferior. La inflorescencia es una espiga con numerosas espiguillas dispuestos a lo largo del raquis. El rye grass se caracteriza por ser plantas agresivas que toman posición del medio rápidamente tienen una mayor rendimiento en el periodo primaveral, para luego entrar en latencia en la época de verano, donde las altas temperaturas anulan su crecimiento; posteriormente en otoño recuperan parte del vigor.

El rye grass, como en toda poacea se pueden practicar cortes sucesivos, el valor nutritivo está muy asociado a la composición morfológica de la planta, es decir, al momento de corte. Así, un primer corte de rye grass, cuando la planta es mayoritariamente hoja, tiene un elevado contenido en agua (83-85%), un excelente valor energético y proteico y un elevado contenido en cenizas, con una relación calcio/fosforo del orden de 1,2-1,3 a 1. El valor energético y proteico irá disminuyendo, a medida que la planta tenga más edad, como consecuencia de un incremento en el contenido en fibra, a costa de una disminución de los carbohidratos no estructurales, llegando a convertirse en un forraje cuyo valor energético y proteico es mucho menor (Melgar, 2006). Rendimiento: es de 18 a 20 toneladas por hectárea, está íntimamente relacionado con la asimilación total y la absorción de nutrientes alcanzados durante el desarrollo vegetativo, así como la forma en que dicho material es distribuido entre las estructuras cosechables y el resto de la planta. Desde el punto de vista de suelos, el rye grass italiano presenta un amplio rango de adaptación. Sin embargo, para una buena producción se requieren suelos de mediana a alta fertilidad, o aplicar una fertilización bien balanceada de acuerdo con el diagnóstico de su fertilidad. Otro factor importante es la salinidad de los suelos, problema mundial, que se agudiza en las zonas áridas y semiáridas, donde los suelos presentan drenaje deficiente y alta evaporación. En suelos salinos el rye grass italiano tiende a florecer desde muy pequeñas y mueren en forma temprana, si no se les proporciona un adecuado manejo (Ruiz, 2007).

**pH:** Desde el punto de vista químico, se adapta bien a suelos ácidos, siempre y cuando que el pH no sea demasiado bajo. Se desarrolla bien en distintos tipos de suelos, de preferencia los de textura franca sin excesiva humedad y un buen drenaje. Se adapta a condiciones de salinidad y tolera un amplio rango de pH (5,0-8,0), aunque presenta un óptimo crecimiento entre 5,8-6,8. Un factor que habitualmente restringe el crecimiento de la especie forrajera es el abastecimiento de nutrientes minerales, dentro de los cuales por la magnitud de su demanda y su variabilidad espacial y temporal se destacan, el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K). Todos los rye grass presentan altos

requerimientos de N, elemento que normalmente representa el factor limitante para su desarrollo (Amigone y col, 2008).

**Abonos:** El uso de los abonos para incrementar el rendimiento de los cultivos es uno de los medios más eficaces de los que se dispone para aumentar la productividad de los mismos. Los requerimientos generales de Nitrógeno, Fósforo y Potasio para el establecimiento de rye grass (*Lolium multiflorum*) son: 80 a 100 kg/ha, 60 kg/ha, 80 kg/ha respectivamente (Urbano, 2002).

**c. Festuca alta o Tall (*Festuca arundinacea*, Schreb).**

Es una especie de alta versatilidad, soporta condiciones extremas de temperatura ambiente, es tolerante a periodos prolongados de sequía y anegamiento. Su rusticidad le permite soportar en mejor condición los ataques de plagas y enfermedades y es capaz de sobrevivir bajo esquemas de pastoreos frecuentes, infrecuentes, intensos y laxos (Candia, 2011).

Príncipe (2008), manifiesta que, es una poacea perenne adaptada a un gran rango de ambientes. Sus principales características son: tolerancia a la sequía, tolerancia al calor, crecimiento de verano, tolerancia a insectos, a suelos orgánicos y suelos salinos; es compatible con tréboles con tolerancia a suelos excesivamente húmedos pero es sensible a la irrigación. Los nuevos cultivares producen hojas suaves con mayor palatabilidad y valor nutritivo produciendo una alta performance en producción de ovinos, ganado de carne y leche. Comparado con el rye grass perenne, la festuca alta produce menos tallos reproductivos después del pico de floración en la primavera. Esto contribuye a tener una alta relación hoja verde tallo-material muerto durante el verano. Además tiene una mayor tolerancia a la sequía y una mejor eficiencia en el uso del agua que el rye grass.

Comparado con el dactylis y el rye grass la festuca alta tiene una mejor tolerancia a los suelos húmedos y pesados y soporta cortos periodos de anegamiento (Príncipe, 2008). La persistencia de la festuca alta depende del éxito del establecimiento, de la fertilización, del adecuado pastoreo y del medio ambiente. Con buenas condiciones puede perdurar entre 6 a 10 años. Para tener éxito la festuca debe establecerse correctamente ya que esta es más lenta en establecerse que el rye grass perenne, es muy susceptible a la profundidad de siembra y es un pobre competidor con la mayoría de malezas (Príncipe, 2008).



**Figura. 26. Festuca alta.**

### **Descripción**

Planta perenne de 45-180 cm, cespitosa. Hojas con el limbo plano y nervios salientes, de hasta 1 cm de anchura, liguladas y con aurículas ciliadas, abrazadoras. Inflorescencia en panícula, erecta o curvada, de lanceolada a ovada, con largas ramas y más o menos contraída. Espiguillas alargadas, con 3-10 flores, con glumas casi iguales. Lemas sin aristas o con arista menor de 4 mm.

### **Distribución y zonas de cultivo**

Originaria de Eurasia. Su cultivo se ha extendido a otros continentes como América y Australia. En la península ibérica se puede cultivar prácticamente en todo el territorio.

### **Tipo de cultivo**

Preferentemente como cultivo monófito, aunque también puede formar parte de praderas polífitas. Se cultiva en secanos de más de 500 mm de precipitación anual y en regadíos.

### **Requerimientos ambientales**

Adaptación a condiciones climáticas y edáficas muy diversas. Buena tolerancia al frío, al calor y a la sequía (aunque tolera el déficit hídrico mejor que el dátilo). Prefiere los sustratos calizos y arcillosos, pero puede crecer en suelos ácidos, salinos y encharcados. Poco exigente en fertilidad. Se recomienda sobre el dátilo cuando hay presencia de sales en el suelo.

## **Implantación y persistencia**

Crecimiento inicial lento y vulnerable a la competencia de especies más agresivas, como los raigrases, por ello se recomienda mezclarlo únicamente con dácilo, alfalfa o trébol blanco. Su manejo en esta fase debe ser cuidadoso, en especial en las praderas de regadío, donde diversas adventicias pueden aparecer. Dosis de siembra: 20-24 kg/ha en siembras puras, en mezclas se emplean dosis inferiores. Persistencia elevada, superando los 5 años.

## **Interés forrajero**

Producciones elevadas, próximas a las 10 t ms/ha, y sostenidas a lo largo del año. Entre las poaceas de larga duración es la más temprana en iniciar el crecimiento primaveral, produce en verano, rebrota en otoño y dilata su ciclo hasta bien iniciado el invierno. Su apetecibilidad por el ganado y su digestibilidad son bajas. Tiende a espigar pronto en primavera y el pasto se engruesa rápidamente, perdiendo digestibilidad. Calidad nutritiva algo inferior al dácilo.

## **Formas de aprovechamiento**

Tanto en régimen de siega, para dar en verde o para henificar, como en régimen de pastoreo. Tolerancia bien el pastoreo y el pisoteo del ganado, sin embargo su manejo pastoral es complicado dada su tendencia a formar macollas. No se aconseja mezclarla con poaceas más palatables si se desea realizar una explotación en régimen exclusivo de pastoreo. Debido a su rápido rebrote y a su pérdida de digestibilidad en el espigado, se recomienda aprovechamientos intensivos y frecuentes que mantengan la planta joven.

## **Variedades**

Muy precoces, Triumph, Dovey. Precoces: Alix, Londina, Seine. Intermedias: Cigale, Demeter y Fectorina. Tardías: Amelie, Tima, entre otras.

### **d. Cebadilla (*Bromus inermis*, L.).**

**Identificación:** planta perenne, rizomatosa, de 30-150 cm. Hojas de 5-12 mm de anchura, glabras o glabrescentes, con lígula corta y truncada. Espiguillas de 15-30 mm, con glumas desiguales, la inferior con 1 nervio y la superior con 3, y 5-10 flores. Flores con el lema sin arista o con una arista menor de 2 mm. Inflorescencia en panícula erecta y laxa.

**Especies próximas:** *Bromus catharticus* tiene las espiguillas muy comprimidas, con 5 nervios en la gluma inferior y 9 en la superior.

**Forma biológica:** hemicriptófito; floración: VI-IX semana.

**Requerimientos ambientales:** Muy rústica. Resiste bien los climas continentales con temperaturas extremas (altas y bajas). Tolerancia las sequías poco intensas. Su temperamento edáfico es amplio. Óptimo de pH entre 6-7,5. No soporta el encharcamiento.

**Distribución y zonas de cultivo:** espontánea en las áreas templadas y frías de Europa y presente en la mitad norte de la Península Ibérica. Se cultiva principalmente en EEUU y Canadá. En la Península no es frecuente su cultivo.

**Tipo de cultivo:** se siembra como cultivo monófito o bífido (p.ej. con alfalfa o trébol violeta).

**Implantación y persistencia:** lento establecimiento en campo. En lugares fríos, con heladas otoñales tempranas, se aconsejan las siembras primaverales. Dosis de siembra: en cultivo puro 20-25 kg/ha, en mezcla 10-15 kg/ha. Su persistencia media es de 3-4 años. En condiciones de elevada humedad es muy susceptible a enfermedades, afectando al estado sanitario del pasto.

**Interés forrajero:** produce un pasto denso y abundante (15 t ms/ha) hasta muy avanzada la estación otoñal. La producción responde bien a los aportes nitrogenados. El pasto es muy palatable, de elevada digestibilidad y alto contenido proteico, muy apreciado por el ganado mayor.

**Formas de aprovechamiento:** es recomendable para siega y aporte en verde o conservado (heno o silo). Su resistencia al pastoreo es moderada. Se recomienda pastarla a una cierta altura para favorecer su rebrote.

Variedades: 'Superior', 'Manchar', 'Jubilee', 'Saratoga', 'Lincoln', 'Achenbach', 'Lancaster', 'Lyon', 'Baylor' ([www.unavarra.es](http://www.unavarra.es)).



**Figura. 27. Semillas de cebadilla.**

**e. Otros pastos de clima templado – frío.**

- **Pasto Ovillo, azul, dactylis (*Dactylis glomerata*).**

El pasto ovillo es una poacea perenne cuyos macollos son aplanados, posee hojas verdes azulosas, largas y dobladas en algún punto de la lámina. Cuando es bien manejado y fertilizado, su producción anual es similar a la obtenida con otras especies forrajeras. En general su valor nutritivo es menor al de una ballica perenne y su establecimiento también es más lento que el de éstas, pero se destaca claramente por sobre ellas en la producción que puede alcanzar en verano y otoño. Se recomienda establecerlo sólo o en mezcla con ballica perenne y trébol blanco, sobre todo para reforzar el crecimiento durante el verano (COOPRINSEM, 2018).

El pasto ovillo se adapta a una amplia gama de suelos. Resiste condiciones de fertilidad media, sin embargo responde de muy buena manera ante situaciones de alta fertilidad. Su sistema radical fibroso y profundizador le permite desarrollarse en áreas con veranos secos. También se desarrolla mucho mejor que otras especies bajo condiciones de sombreamiento y aunque no es muy resistente a las bajas temperaturas, las soporta de mejor forma que las ballicas. No resiste condiciones de mal drenaje y además es susceptible a las heladas, sobre todo durante el establecimiento ya que es una especie muy sensible al descalce.

El gran valor del pasto ovillo está dado por su mayor capacidad de crecer, producir y persistir que una ballica, en zonas de veranos secos, de fertilidad moderada y con suelos bien drenados. Como

no posee hongo endófito es una muy buen opción para pastoreo de ovejas y caballos en verano, tratando siempre de minimizar la floración para mantener la calidad de la planta y a su vez favorecer el contenido de trébol. Es una buena opción para aquellas zonas donde la persistencia de las ballicas perennes no es la ideal. El pasto ovido posee una mayor tolerancia a la sequía y tolera de mejor forma los suelos ácidos si lo comparamos con una ballica y festuca, sin embargo de todas formas requiere de un mínimo de 600 mm de lluvia al año

El pasto ovido debe ser sembrado de preferencia cuando el suelo tenga una temperatura mayor a 10 °C y en una dosis de 8 a 10 kg/ha cuando se siembra solo o con tréboles, disminuyéndola a 3 kg/ha cuando se mezcla con otras especies de poaceas. Este se puede mezclar con ballicas perennes en la proporción adecuada, sin embargo hacerlo con *Festuca arundinacea* es menos recomendable. El pasto ovido es una especie más tolerante a enfermedades y pestes que las ballicas, donde la resistencia a royas varía entre las distintas variedades.



**Figura 28. Pasto ovido.**

Las variedades de pasto ovido disponibles en el mercado se pueden diferenciar entre ellas de acuerdo a su fecha de floración, densidad de macollos y potencial de crecimiento en invierno. Las variedades más densas se ajustan mejor a pastoreos continuos como el que realizan los ovinos. Las variedades de floración tardía mantienen su calidad de hojas a inicios de verano y las variedades dormantes en verano tienen más posibilidades de sobrevivir en zonas con veranos muy secos y prolongados.



Figura 29. Semillas de pasto ovillo.

#### OTROS PASTOS DE CLIMA TEMPLADO- FRIO

Pasto Harding, Cinta (*Phlaris tuberosa*, Hack, Hitch, var. *Stenoptera*), Fleo, Timoteo, Timothy grass (*Phleum pretense*, L), Azul alto (*Poa ampla*), Avena forrajera perenne (*Arrhenatherum elatius*), Agropiro alargado (*Agropyron elongatum*), Agropiro intermedio (*A. intermedium*), Ichu (*Stipa ichu*)

## UNIDAD III

### LEGUMINOSAS FORRAJERAS.

#### 1. DESCRIPCION GENERAL DE LAS LEGUMINOSAS.

##### 1.1. Morfología de las leguminosas.

Las leguminosas presentan una gran variedad morfológica en todos sus órganos, incluso dentro de la misma subfamilia. No muestran la uniformidad típica de las poaceas. Esta diagnosis suele estar apoyada principalmente en características de hojas, inflorescencias y frutos (Congreso de producción e industria animal 2005).

Las mejores pasturas son aquellas en que las leguminosas están asociadas con las poaceas, los nódulos de las raíces de las leguminosas fijan nitrógeno atmosférico en el suelo y donde eventualmente se hace disponible a las poaceas; asegurando un mayor y succulento crecimiento de éstas. En pasturas de clima templado el trébol blanco y el trébol rojo son las leguminosas más usadas en especies para pastoreo. La producción y productividad ganadera mejora sustancialmente cuando se dispone de forraje suficiente y nutritivo que satisfaga los requerimientos nutricionales del animal (González & Soto, E., 2005).

Sin embargo de las innumerables introducciones de leguminosas que han sido evaluadas para estimar su potencial forrajero en los sistemas de producción tropical, muy pocas han logrado sobrepasar los procesos de evaluación y ser liberadas o reconocidas como cultivares comerciales y son mucho menos aun las que han logrado una elevada importancia comercial (Simón, 2010).

#### 2. ESPECIES DE IMPORTANCIA FORRAJERA.

##### 2.1. El cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*, L.).

La alfalfa (*Medicago sativa* L), en sus diversas variedades, es una de las especies leguminosas más cultivadas e importantes para la alimentación del ganado y la producción de cuyes y conejos, tanto por la cantidad de forraje obtenido por superficie cultivada, como por su valor nutritivo. La planta presenta altos niveles de proteína y minerales, así como gran palatabilidad y alta digestibilidad en un gran número de especies animales (Odorizzi, 2015).

El rendimiento del forraje y la persistencia de la pastura son consideraciones de importancia para tener en cuenta en el manejo productivo de las variedades de alfalfa (Odorizzi, 2015).

### **ORIGEN, DISTRIBUCIÓN Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA ALFALFA**

La alfalfa llega en el siglo XVI a América del Sur (Álvarez, 2013), proveniente de Irán y Asia Menor. Con 32 millones de hectáreas, es la leguminosa más empleada como forraje en el mundo (Bouton, 2001). La alfalfa es una especie que se adapta a una gran variedad de climas, encontrándose praderas de este forraje en altitudes comprendidas entre 700 y 4 000 msnm, con temperaturas que oscilan entre los 15 a 25°C en el día y de 10 a 20°C en la noche (Clavijo & Cadena, 2011). Se considera a esta leguminosa, como una especie de días largos, y en aquellas regiones en donde el fotoperiodo es mayor a 12 horas, su floración es más abundante (Quiroga, 2013). Su desarrollo se ve afectado en suelos con pH menor a 5,0, prefiriendo suelos profundos, con buen drenaje, alcalinos, tolerando moderadamente la salinidad y siendo resistente a periodos de sequía, gracias a su sistema radicular que le permite obtener agua de capas profundas del suelo (Sánchez, 2005).

#### **Características de crecimiento de la planta de alfalfa.**

Los componentes que son indispensables para el desarrollo del sistema radicular y vegetativo (parte aprovechable de la planta), son producto del proceso de fotosíntesis de la parte aérea de la planta (Clavijo & Cadena, 2011). La persistencia de la alfalfa se ve afectada por cortes o pastoreos en momentos inadecuados, que favorecen la eliminación de tallos y hojas (Becerra, 2003). Para garantizar una buena producción y cultivo de la alfalfa, se requiere conocer y manejar los factores involucrados en su crecimiento, así como el mecanismo que permite asegurar garantizar la persistencia y calidad del alfalfar durante varios años (Rebora *et al.*, 2015). La corona es una estructura que se desarrolla por debajo del suelo y está ubicada por encima de la raíz. Allí, se forma el rebrote basal de la planta, dando origen a los tallos principales y secundarios, siendo esto el brote de la planta. En cultivos ya establecidos, se originan nuevos retoños desde la corona, dando lugar a tallos con mayor vigor (Soriano, 2003).

Es importante conocer la importancia del sistema radicular como estructura almacenadora de las reservas energéticas, fundamentales para la vida de la planta y su plan de manejo (Basigalup, 2007). Se requiere generar un área foliar adecuada después de la defoliación, a través de la energía que

proviene de compuestos orgánicos, azúcares y almidón (carbohidratos no estructurales) almacenados en la raíz y corona (Pérez *et al.*, 2002).

Estos carbohidratos no estructurales, tienen dos orígenes: uno, los asimilados en el proceso de fotosíntesis; y, dos, los acumulados en la raíz y corona, siendo en ambos casos empleados para suplir los requerimientos de respiración y crecimiento del alfalfar después de su aprovechamiento (corte o pastoreo) permitiéndole también superar condiciones de estrés (Basigalup, 2007). Terminada la defoliación, se inicia el nuevo crecimiento desde el rebrote basal, movilizandose desde las raíces y corona la reserva energética (Guevara, 2000), continuando hasta que la planta tiene de 15 a 20 centímetros de altura (en este momento, las reservas energéticas de la planta se encuentran en su nivel más bajo) (Correa & Salgado, 2013). Para este momento, los tallos y hojas tienen la capacidad de producir energía suficiente para seguir con el crecimiento e iniciar nuevamente su almacenamiento (Jahn *et al.*, 2000).

**Manejo para el pastoreo.** El estado de madurez del cultivo, debe ser el principal indicador del momento adecuado para el pastoreo o corte de la alfalfa, estrategia que, asociada a un buen sistema de pastoreo, permite garantizar forraje de calidad en cantidades aceptables y la sostenibilidad del cultivo (Rebuffo, 2005 ). La productividad, vigor y persistencia de la alfalfa, se ve afectado por el manejo agronómico, siendo este factor el más importante para garantizar la perennidad del cultivo. Deben pasar como mínimo entre 25 y 30 días de crecimiento activo para que se produzca la floración (Clavijo & Cadena, 2011). Los crecimientos del cultivo resultan irregulares, ya que las altas temperaturas reducen los días necesarios para alcanzar la floración (Rebuffo, 2000). Para definir el mejor momento para el aprovechamiento del cultivo, se debe tener en cuenta dos factores: el clima y los primeros botones florales (Pagliaricci & Saroff, 2008).



**Figura 30. Alfalfa (*Medicago sativa*).**

Esta leguminosa presenta mejor comportamiento en sistemas de pastoreo rotativos, de baja intensidad y poca duración (Hernández *et al.*, 2012). Se debe evitar hacer el nuevo aprovechamiento del forraje, tres semanas después de la defoliación, momento en el cual la planta tiene una altura máxima de 20 centímetros y posee los niveles más bajos de reservas energéticas. Pasado este momento, el crecimiento de la planta continúa favoreciendo la recuperación de las reservas energéticas (Rebuffo, 2005).

El pastoreo directo es el principal uso que se les da a la praderas cuya base forrajera es la alfalfa (Jahn *et al.*, 2002). El alfalfar requiere periodos adecuados de descanso entre un pastoreo y otro, siendo el pastoreo rotacional el más adecuado para esta especie (Carrete *et al.*, 2006). Existen dos momentos claves que indican que el cultivo se encuentra en el momento preciso para el pastoreo: el rebrote basal y el comienzo de la floración (Rebuffo, 2005). El vigor de la planta se reduce cuando el pastoreo se lleva a cabo en plantas que no han comenzado el proceso de rebrote o floración (Rincón *et al.*, 2008), ocasionando una baja considerable en las reservas energéticas y afectando la persistencia del cultivo (Lemus *et al.*, 2013). A medida que las reservas energéticas en la raíz aumentan, lo hace de la misma manera la producción de forraje, hasta que el cultivar alcanza su

floración plena, afectando drásticamente la calidad del forraje (Basigalup, 2007). Cuando el pastoreo o el corte se demoran, se desarrollan rebrotes basales muy altos, generalmente desde la corona. Por lo anterior, pastoreos muy rápidos no garantizan un nivel óptimo de reservas del cultivar, caso similar si los pastoreos son muy prolongados y los animales consumen los rebrotes, afectando la planta (Rebuffo, 2005).

Para la elección de una variedad de esta especie, se deben tener en cuenta todos aquellos factores que intervienen en su potencial productivo y nutricional, como las condiciones climáticas, de suelo, prácticas de manejo y su manera de aprovechamiento, ya sea para pastoreo, corte o conservación, que asociados a los caracteres genéticos de la especie, dicho potencial se expresará de manera diferente (Jolalpa *et al.*, 2009). La calidad del forraje se pierde, cuando se demora la entrada de los animales para el pastoreo, una vez iniciada la floración (Villalobos, 2002). Se debe garantizar la persistencia del alfalfar, empleando periodos de ocupación no tan largos, que eviten que el ganado consuma los rebrotes, afectando la persistencia del cultivo (Rebuffo, 2005). La época del año, debe indicar la duración y la intensidad del pastoreo, permitiendo ajustar la carga animal sin afectar el cultivo (Hernández *et al.*, 2012).

Esta leguminosa posee dos hojas embrionales (Calsamiglia *et al.*, 2016). La semilla posee una radícula y un punto de crecimiento sobre cada cotiledón y el endosperma, para la germinación. El crecimiento del embrión origina una nueva planta, y finaliza cuando la radícula traspasa la cubierta seminal (Basigalup, 2007). Continúa el crecimiento, hasta que la planta es capaz de realizar el proceso de fotosíntesis (autótrofa) (D'Attellis, 2005).

De acuerdo con las condiciones ambientales y la calidad fisiológica de la semilla, la germinación ocurre de tres a siete días pasada la siembra. El estado de plántula finaliza con la emergencia de la primera hoja verdadera (unifoliada) sobre la yema del primer nudo del tallo. El crecimiento de tallos secundarios, provenientes de las yemas axilares, se da después de que el tallo principal cuenta con más de tres hojas trifoliadas que se van desarrollando de manera alternada a cada lado del tallo (Paredes, 2013). La división celular, al igual que el alargamiento de los entrenudos, aumentan la longitud del tallo primario y, por tanto, el tamaño de la planta (Pezzani, 2012).

### **Requerimientos hídricos.**

Se considera a la alfalfa como una planta que resiste a la sequía (Demin & Aguilera, 2012). Naturalmente, las condiciones del clima determinarán la cantidad de agua necesaria para un desarrollo óptimo de esta especie (Espinoza & Ramos, 2001). En general, se considera que para obtener un kilogramo de biomasa, la alfalfa requiere de 215 litros de agua (Pedroza *et al.*, 2014), mientras que Ríos *et al.*, (2011) afirman que para esta misma producción, el requerimiento es de 267 litros.

La productividad de la alfalfa se ve afectada por la restricción de agua, pero no se frena el crecimiento en su totalidad; de la misma manera, esta leguminosa en su etapa de crecimiento activo no tolera inundaciones por periodos prolongados debido a la escasa disponibilidad de oxígeno en el suelo causando la muerte a gran cantidad de plantas (Montemayor *et al.*, 2010).

**Suelos.** El valor ideal de pH para el cultivo de la alfalfa se encuentra en la neutralidad, sin embargo, puede tolerar algún grado de alcalinidad mejor que la acidez (Soto *et al.*, 2005). Se debe tener en cuenta que, valores de pH muy altos afectan la disponibilidad de elementos esenciales en el desarrollo del cultivo (Vivas, 2004). Además, requiere de suelos profundos con buen drenaje que permitan el desarrollo de su sistema radicular (Demin & Aguilera, 2012).

### **Producción de biomasa y calidad nutricional**

La alfalfa se muestra como una alternativa forrajera en busca de la sostenibilidad de la empresa ganadera. En cuanto a su potencial de producción de biomasa, Álvarez (2013), en su investigación “evaluación cuantitativa de diez variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.)”, reporta que las variedades Júpiter y San Miguelito, registraron el mayor y menor rendimiento anual de forraje con 14 510 y 7 890 Kg/MS/ha. Resultados superiores fueron reportados por Rojas (2011), encontrando rendimientos anuales de 20 275 y 20 644 Kg/MS/ha para las variedades Júpiter y Milena.

Mendoza *et al.*, (2010) obtuvieron que la mayor producción de forraje total y estacional de alfalfa variedad San Miguelito, varió por efecto de la frecuencia del corte, reportando la mayor producción al cosechar cada 7 y 6 semanas, con 34 457 Kg/MS/ha. Mendoza (2008) afirma que la persistencia del cultivo está relacionada con la frecuencia del pastoreo o corte, ya sea favoreciendo o perjudicando la producción y almacenamiento de carbohidratos no estructurales. Con una

frecuencia de corte de 4, 5 y 6 semanas en primavera, otoño e invierno, respectivamente, Rivas *et al.*, 2005, obtuvieron una producción anual de 31 132 Kg/MS/ha evaluado cinco variedades de este forraje.

## **2.2. Faseolas y hedisareas forrajeras, Kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*, Roxb, Benth).**

El kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) es originario de Asia sudoriental, Malasia e Indonesia y actualmente se halla muy extendido en los trópicos húmedos (Skerman, 1991). Es introducido al Perú aproximadamente en 1942 a la entonces Estación Agrícola de Tingo María (Muro y Agreda citado por Contreras, 2012). Crece bien en la región tropical y subtropical de la selva peruana.

### **Características botánicas**

Es una leguminosa perenne, vigorosa, voluble y trepadora, ligeramente leñosa, velluda y de raíces profundas, posee hojas de tres foliolos, las cuales presentan una cubierta suave de pelos, sus raíces son tuberosas, sus tallos principales son delgados, enraízan los nudos cuando entran en contacto con el suelo húmedo, las ramas secundarias derivan de los nudos para crear una densa masa de vegetación de 60 a 75 cm de altura, los brotes jóvenes están densamente cubiertos de pelos marrones, las flores se presentan en racimos densos de color morado. Las vainas de forma cilíndrica, también son pubescentes y contienen numerosas semillas duras de color gris oscuro (Forero, 2002).

### **Morfología y propagación**

Sus tallos principales tienen 0,6 cm de diámetro y pueden llegar de 5 a 6 m de longitud. Pueden enraizar por los nudos y de estos formar una serie de ramas laterales o secundarias. Las hojas son grandes y trifoliadas, que brotan en peciolos de 5 a 10 cm de largo cubiertas con pelos ascendentes. Los foliolos son delgados, triangulares ovados y superficialmente lobulados. De los racimos axilares brotan parejas dispersas de pequeñas flores de malva a púrpura oscuro; los racimos tienen de 15 a 30 cm de largo y están sobre los pedúnculos de unos 12,5 cm de largo. La vaina es recta o ligeramente curva, lineal, cilíndrica de 7,5 a 8,5 cm de largo, débilmente revestida de apretados pelos tiesos, negros cuando está madura y contiene de 10 a 20 semillas (por lo general unas 16), de oblongas a más bien cuadradas, con esquinas redondas, de color pardo a negro pardusco, de unos 3 mm (Barnard citado por Skerman, 1991).



**Figura 31. Kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*).**

Para su propagación se puede utilizar la semilla botánica o vegetativa, siendo la densidad de siembra de 10 kg/ha al voleo o de 1 250 plantas/ha, alcanzando plena producción a los tres años (Hughes *et al.*, citado por Contreras, 2012). Sin embargo, Skerman (1991) comentan que la propagación de kudzu es principalmente por rizomas y de esta forma coloniza extensamente en suelos aptos con suficientes precipitaciones.

#### **Adaptación**

El kudzu crece bien en regiones con altitudes entre los 0 y 2 000 msnm, con temperaturas entre 18 y 25°C y precipitaciones entre 900 y 2 000 mm anuales. Al igual que otras leguminosas, el kudzu se establece en praderas asociado con poaceas, el pastoreo debe realizarse cuando alcanza una altura de 15 a 20 cm del suelo para asegurar su persistencia en la pradera (Forero, 2002).

Es una trepadora vegetal densa y vigorosa, que se cultiva en los países tropicales, prefiere suelos arcillosos fértiles y precipitación elevada, sus raíces son profundas, no sufren por las sequías de corta duración. Es apetecible y de gran rendimiento (FAO citado por Forero, 2002).

El conjunto de tallos y hojas forman una gruesa y tupida cama que cubre completamente el terreno. Al contacto con el suelo arraigan nudos de las ramas, por lo que un prudencial pisado de los animales en determinadas épocas favorece bastante su expansión (Cuibin, 2011).

### **2.3. Centro (*Centrosema pubescens*, Benth).**

*Centrosema pubescens* fue la primera especie del género *Centrosema* de mayor uso como planta forrajera, la cual fue desarrollada comercialmente en Australia con el nombre “comercial centro”.

#### **Descripción del *Centrosema*.**

Leguminosa herbácea perenne, postrada a enredadera, de 40 – 50 cm de altura, raíces pivotantes y vigorosas. Tallos delgados, rastreros estoloníferos, un poco pubescentes, no llegan a ser leñosos por lo menos antes de 18 meses; hojas trifoliadas, de color oscuro, elíptica u ovado-elíptica, aproximadamente de 4 cm de largo y 3,5 cm de ancho, un poco pubescente, especialmente en la superficie más baja. Flores grandes y vistosas de color lila. Vaina lineal con márgenes prominentes de 7,5 a 15 cm, castaño oscuro cuando está madura, contiene alrededor de 20 semillas; de forma oblonga con esquinas redondeadas, el tamaño de la semilla es de 5 por 4 mm, de color castaño-negro.

#### **Distribución.**

Originaria de América del Sur tropical. Introducido en la península malaya e Indonesia como un cultivo de cobertura, probablemente durante el siglo XIX. Ahora ampliamente cultivado en las zonas tropicales, 50 especies se encuentran de forma natural en América del Sur.

#### **Adaptación y tolerancia a sequía.**

Esta leguminosa crece bien en clima tropical y subtropical desde el nivel del mar hasta 1 000 msnm, crece en suelos pobres y fértiles bien drenados, resiste sequías medianamente prolongadas y sombra; se recupera después de la quema, períodos cortos de inundación y después del pastoreo. Generalmente esta especie no se adapta a suelos muy ácidos, pero su comportamiento en la provincia de Napo es excelente en suelos rojos con pH de 4,0 a 5,1. Precipitación de 1 000-1 750 mm/año. Arraigada y así es bastante tolerante a la sequía. El crecimiento en la estación seca lenta (Parbery, 1967), deja caer sus hojas en una sequía prolongada.

### **Establecimiento**

Se establece al voleo o en surcos a una distancia de 50 a 100 cm entre surcos y 5 cm entre plantas, utilizando de 5 – 7 kg de semilla/ha y a una profundidad de siembra de 2 - 3 cm con semillas escarificadas. Se establece moderadamente rápido.

### **Manejo.**

Se debe controlar malezas durante establecimiento. En monocultivo tiene una cobertura buena. Se asocia bien con *Panicum máximum*, *Paspalum atratum*, *Andropogon gayanus*, *Pennisetum sp*, *Hyparrhenia rufa* y *Brachiaria spp*. No tolera pastoreo intensivo y continuo, para garantizar su persistencia las mezclas deben pastorearse en forma rotacional con un período de descanso que permita la recuperación de la leguminosa. Para heno y ensilaje se corta antes de floración.

### **Productividad, calidad de suelo y animal.**

Produce de 3 – 10 t de MS/ha/ año. Proteína cruda de 15 – 25% y digestibilidad de 50 – 65 %. Se obtienen ganancias de peso de 400 – 600 g/animal/día o 500 – 600 kg/ha año, con fertilización hay mayores ganancias. Buena palatabilidad en bovinos, ovejas y cabras.

### **Producción de semilla.**

Produce de 200 – 500 kg/ha con 60% de semilla pura.

### **Resistencia a plagas y enfermedades.**

En la región amazónica donde se está trabajando con esta leguminosa, se ha podido observar ataque de comedores de hoja hasta un 10%, lo cual no afecta el cultivo, porque ésta leguminosa tiene la capacidad de producir mucho follaje. Se ha observado la incidencia del hongo *Rhizoctonia sp* hasta en un 5% pero esto se controla con el pastoreo.

## **2.4. Cultivar Pucallpa ( *Stylosanthes guianensis*, CIAT 184, Aubl, Sw)**

Los ganaderos tienen en el Pasto Stylo ó alfalfa brasilera *Stylosanthes guianensis* (Aubl) Sw. var., una alternativa ventajosa para alimentar bien a sus animales. Tiene un 18% de proteína, muy superior a otros pastos utilizados por los ganaderos, además de tener muy buena palatabilidad. Aunque el ganado la consume fresca en forma de pastoreo, es preferible prepararla como heno,

secada a la sombra. El problema del pastoreo es que los animales consumen todas las partes de las plantas y de esta forma son eliminadas aquellas que brotan, y que son las que reponen la plantación (Castellos, 2010).

Se hace necesario entonces, la re-siembra con el consecuente gasto adicional de tiempo y dinero. Una de las grandes ventajas que tiene este pasto, es que se desarrolla en todo tipo de suelo. Aquellos terrenos que han perdido la capa vegetal, o que por malas rotaciones de cultivos han perdido la fertilidad, ésta planta logra desarrollarse y producir un pasto aceptable para el ganado. Como planta leguminosa, tiene la propiedad de incrementar el contenido de nitrógeno del suelo, a través de bacterias nitrificadoras que se alojan en colonias en el sistema radicular. La alfalfa brasilera les suministra a las bacterias, hidratos de carbono y recibe a su vez de estas, el nitrógeno en forma asimilable, el cual lo extraen del aire que circula en el terreno. Como se sabe el nitrógeno es uno de los elementos nutritivos más importantes en la alimentación de las plantas, el aire contiene un 78% de este elemento (Castellos 2010).

Un terreno improductivo, sembrado con este pasto, al cabo de varios años se recupera y puede ser utilizado nuevamente en la producción de cultivos, observando ciertas técnicas de conservación de suelos. El pasto se adapta mejor a las zonas lluviosas del país, donde la pluviometría promedio anual sea superior a los 1 500 mm de lluvia. Se desarrolla bien en todo tipo de suelos, sin embargo, los arcillo-arenosos de buen contenido de materia orgánica y un pH de 6,0 a 6,5 son los ideales para este cultivo.

### **Morfología**

Es una leguminosa perenne de corta duración, erecta o semi-erecta que puede alcanzar una altura de 1-1,5 m y tiene una fuerte raíz que está nodulada. Los tallos son muy ramificados y pueden ser leñosos en la base. No tiene gemelos, a diferencia de otras leguminosas. Es una especie frondosa que permanece verde bajo condiciones secas. Las hojas son trifolioladas con hojuelas elípticas a lanceoladas, de 0,5-45 mm de largo x 20 mm de ancho. La inflorescencia es una espiga de flores densas, con hasta 40 flores por cabeza. Las flores son de color amarillo a naranja con rayas negras o rojas.



**Figura 32. Floración del Stylo.**

El fruto es una vaina de una semilla, de 2-3 mm de largo x 1,5-2,5 mm de ancho. Las semillas son muy pequeñas, de color marrón pálido o púrpura (US Forest Service, 2014). Hay 7 variedades de Stylo, notablemente var. *guianensis* y var. *intermedia* (tallo fino stylo).



**Figura 33. Semillas de stylo.**

#### **Utilización.**

Es particularmente adecuada para forraje en áreas subhúmedas tropicales y subtropicales con una estación seca marcada. Se utiliza para heno, sistemas de corte y acarreo y pastos (Cook *et al.*, 2005). Es bastante apetecible para el ganado cuando está maduro y puede crecer en suelos relativamente infértiles. Puede ser intercalado con arroz y en pastizales naturales (Khoutasvang, 2005). Es un cultivo de cobertura valioso en las plantaciones de coco y palma (Husson *et al.*, 2008). Mientras que

normalmente se usa para la alimentación de rumiantes también se usa para alimentar cerdos en el sudeste asiático (Khoutasvang, 2005).

#### **Aspectos nutricionales**

La alfalfa brasilera tiene un contenido de proteína variable, que generalmente es moderado (alrededor del 14%) pero puede ser tan bajo como 5 el 6% o superar el 20%. El contenido de fibra es bastante alto (más del 25% de fibra bruta). Este pasto contiene taninos condensados (Baloyi *et al.*, 2001; Thang *et al.*, 2010).

#### **Palatabilidad**

La palatabilidad aumenta con la madurez. El stylo fresco y joven no es muy apetecible para el ganado, posiblemente debido a las cerdas en los tallos (FAO, 2014). Tiene poca palatabilidad durante la temporada de lluvias, pero se come fácilmente en la estación seca. Si se mantiene corto, no se vuelve leñoso, sino que permanece frondoso y sabroso. Se observó una ingesta satisfactoria en el ganado cebú cuando se alimentaba fresco como suplemento (Pen *et al.*, 2013).

#### **Digestibilidad**

La digestibilidad de la alfalfa brasilera varía entre 51 y 67%, lo que es bajo en comparación con otras leguminosas tropicales (Magalhaes *et al.*, 2003). Tiene una alta proporción de proteínas moderadamente solubles en comparación con otras leguminosas tropicales (Magalhaes *et al.*, 2003).



**Figura 34. Vacas pastoreando en plantaciones de Stylo.**

## **2.5. Desmodio (*Desmodium sp.*).**

Paladines (2011) refiere que en los potreros de la costa y en los valles bajos de la sierra abundan especies nativas como: *Desmodium barbatum*, *D. canum*, *D. heterocarpum*, *D. discolor*, comúnmente conocidas como pega-pega, amor seco, amor fino, por la característica de sus semillas de pegarse a la ropa de las personas o la piel de los animales.

### **Origen:**

En su mayoría de las regiones tropicales y subtropicales de América. Ciclo vegetativo: Perenne.

### **Descripción:**

Son plantas subarborescentes, erectas, postradas o rastreras, pubescentes. Tienen hojas estipuladas, pinnadas, trifoliadas, muchas estriadas. En el *Desmodium* las hojas son de forma ovoide y tienen en la nervadura central una ancha franja plateada. Flores violáceas o blanco-rosadas en racimos axilares o terminales. Lomento con uno o varios artejos indehiscentes, circulares, ovales, oblongos o elípticos, comprimidos, generalmente pubescentes; lomento, a veces, torcido en espiral; semillas elípticas.

### **Adaptación**

*Desmodium ovalifolium* se adapta bien a un amplio rango de sitios, localizados entre 0 y 1 300 msnm, pero prefiere zonas bajas (< 400 msnm) con una precipitación anual superior a 2 000 mm; no tolera períodos de sequía superiores a 4 meses. La planta crece y produce semillas en una gran diversidad de suelos, desde oxisoles de baja fertilidad en las sabanas y el piedemonte de los llanos orientales y la amazonia hasta ultisoles (Schmidt y Schultze-Kraft, 2001). Se adapta a suelos con un pH entre 4 y 7, y tolera inundaciones de corta duración. La especie se adapta bien en condiciones de sombra, pero es susceptible a la quema.



**Figura 35. Hojas y flor de *Desmodium*.**

## **2.6. Otras especies de clima cálido tropical.**

### **a. Frijol de palo (*Cajanus cajan*).**

El *Cajanus cajan* L. Mill es una leguminosa multipropósito de alto valor nutritivo que puede utilizarse en alimentación de humanos y animales; de la planta se pueden usar las semillas enteras, descortezadas o en harina. También se usa como forraje y abono verde; adicionalmente, sus ramas y vástagos son utilizados como combustible (Hillocks *et al.*, 2000; Mula *et al.*, 2010).



**Figura 36. *Cajanus cajan*.**

## DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El *C. cajan* pertenece al reino: Plantae, división: Magnoliophyta, clase: Magnoliopsida, orden: Fabales, familia: Fabáceae, género: *Cajanus*, especie: *cajan* (Robledo, 2010).

Stevens *et al.*, (2001) mencionan como sinónimos a *Cytisus cajan* L.; *Cajanus bicolor* DC y *Cajanus indicus* Spreng. Alrededor del mundo el *C. cajan* recibe diversos nombres comunes entre los cuales se encuentran: frijol de palo, gandul, fríjol de árbol, guaduli, Guandul, guandu, chícharo guandú, cachito, caja, chivatillo, guisante de angola, quinchoncho, feijão-guandu, Straucherbse, red gram, congo-pea, pigeon-pea, yellow dal, adhaki, ambrévade, arhar, chieh tu tzu, chiehtu, kachangkayu, katjangbali, pois d'angole, pois cajan, puspo-poroto, sachá poroto, shantouken (Varshney, 2012).

El *C. cajan* es un arbusto anual o perenne, que presenta una variación muy amplia en las partes de la planta, la cual alcanza hasta cinco metros de altura. El tallo es resistente, de forma cilíndrica con un diámetro basal entre uno y cuatro centímetros, de coloración verde a verde púrpura, en donde se encuentran ramificaciones primarias, secundarias y terciarias. La planta posee un sistema radicular compuesto de una raíz pivotante y raíces laterales, las raíces más finas alcanzan hasta tres metros de profundidad, lo cual le permite soportar bien la sequía y adaptarse a suelos pobres. Sus hojas son trifoliadas, alternas y sésiles sobre las ramas terciarias, con folíolos elípticos, lanceolados u oblongos de 2,5 a 9 cm de longitud, con el haz de color verde oscuro y el envés de color verde claro cubierto de una pubescencia blancuzca y fina. Las flores del guandul son típicas de la subfamilia Papilionoidea, en racimos axilares y en la parte terminal de las ramas con pocas flores de 5 a 12 sésiles y con un pedúnculo largo.



**Figura 37. Flores de *Cajanus cajan*.**

Estas flores son de diversos colores: amarillas sin nerviaciones ni manchas, amarillas con nerviaciones rojizas o del tipo bicolor amarillo y púrpura. Posee brácteas pequeñas o grandes y caducas y carece de bractéolas; el cáliz mide de 1 a 1,2 cm de largo, la corola puede ser persistente o no y mide de 2 a 2,5 cm en la parte plana y de 1,8 a 2 cm de ancho; el ovario es subsentado y posee de 3 a 10 óvulos; finalmente, el pistilo es engrosado en la parte media, curvado en lo alto y con pelos finos, con nueve estambres congénitos y uno libre con antera similar a los demás. Las semillas son de color verde oscuro o verde jaspeado de púrpura durante el llenado de las vainas y de color crema o crema jaspeado a la maduración, estas semillas tiene en promedio 7 mm de longitud por 6 mm de ancho. Las vainas que contienen entre 2 y 9 semillas, poseen forma lineal oblonga con los extremos agudos u obtusos, y tiene dos valvas comprimidas con depresiones ligeras en líneas transversales separadas entre semillas (Naranjo *et al.*, 2007; Soto & Aixa, 2007).

Dos son las variedades más importantes: la flavus, de coloración amarilla, que según los días a la maduración es un cultivar temprano; y la bicolor, de amarillo y rojo clasificado como cultivar tardío, las cuales, además del color, se diferencian por su resistencia a plagas, enfermedades y sequía. Todas las variedades de *C. cajan* responden al fotoperiodo, según el tiempo a la maduración, denominándose variedades precoces a aquellas con ciclo de 90 a 150 días, variedades semitardías a las de 150 a 220 días y variedades tardías a aquellas con ciclo superior a los 220 días (Robledo, 2010).

El *C. cajan* se cultiva en terrenos arenosos ligeros y limosos pedregosos. Por su sistema radicular profundo, el cultivo prospera aun en suelos pobres con abundante material grueso, pero se desarrolla mejor en suelos preferentemente francos, profundos, fértiles, de topografía ondulada y de buen drenaje; aunque crece, el cultivo no prospera bien en suelos pesados, arcillosos y con problemas de drenaje, en los cuales el desarrollo es pobre y, en ocasiones, se produce podredumbre radicular y muerte de las plantas. Aunque la planta tolera pH de 4,5 hasta 8,5, el óptimo se encuentra entre 5,5 y 7,8 (Cedano, 2006). Esta planta muestra un alto grado de tolerancia a suelos con presencia de aluminio, por su habilidad de traslocar eficientemente el fósforo, desde la raíz a la parte aérea (Pérez *et al.*, 2003).



**Figura 38. Semillas de *Cajanus cajan*.**

### **MANEJO AGRONÓMICO**

Gracias a que la raíz pivotante le permite penetrar profundamente en el suelo, la preparación del suelo convencional no es indispensable para la siembra (Cedano, 2006). En suelos de pendiente, se recomienda el arado con azadas o azadón denominado comúnmente “picada”; y en tierras no mecanizables de suelos sueltos, sugiere sembrarlo siguiendo curvas a nivel.

## Usos y potencialidades del gandul

**Alimentación humana.** En la dieta humana las semillas se usan como grano tierno y grano seco, con ellas se preparan harina, sopas y papillas. Las vainas y semillas sin madurar, procesadas industrialmente o no, se pueden congelar y enlatar para la preparación de ensaladas y conservas. Albornoz & Romero (2004) al incluir harina de gandul en la preparación de pastas alimenticias observaron un incremento de la proteína en las mismas, siendo un posible sustituto parcial de la sémola de trigo.

**Recuperación de suelos.** El gandul mejora los suelos, por su difuso y profundo sistema radicular que disminuye la erosión. Además, incorpora nitrógeno atmosférico al suelo, mediante una simbiosis de la planta con bacterias del género *Rhizobium* (Cedano, 2006; López *et al.*, 2006a-b).

**Alelopatía:** La hojarasca del gandul inhibe el crecimiento de plantas poaceas y dicotiledóneas cuando se encuentra en una proporción de 5 a 10 g por metro cuadrado de superficie.

**Abonos verdes.** La fitomasa del gandul con su alto contenido en nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, permite recuperar la materia orgánica del suelo y por ende restaurar su fertilidad, siendo una alternativa rápida y económica para su mejora y manejo (López, *et al.*, 2006a; Vivas & Morales, 2005).

**Barreras vivas.** El sistema radicular pivotante del gandul le permite ser utilizado como barrera viva para detener la erosión en lugares con pendientes pronunciadas, como cultivo de sombra en los almácigos o viveros y como cortina rompe vientos.

**Cultivo asociado.** La afinidad del gandul para su empleo en cultivos asociados ha sido demostrada en combinaciones con sorgo, maní, maíz, arroz, batata y fríjol chino.

**Alimentación animal.** El gandul puede ser utilizado como suplemento proteico en alimentación de rumiantes, bien sea bajo pastoreo, como forraje de corte, incluyendo hojas y vainas, o como ingrediente de raciones balanceadas, y en ensilajes con participación hasta de 66,7% de la mezcla (Martínez *et al.*, 2003). Se recomienda realizar el pastoreo cuando las primeras vainas comienzan a madurar, ya que la planta no resiste el pastoreo intenso; y en el caso de utilizarlo para corte, la planta debe alcanzar los 125 cm de altura para cortarse a una distancia de 60 a 80 cm de la superficie del suelo y no afectar la sobrevivencia de la misma. Una hectárea de gandul puede sostener de 0,8 a 3,6 cabezas de ganado bovino tipo carne con ganancias diarias promedio entre 680 g y 1 250 g. En

la alimentación de aves comerciales y cerdos, las semillas del *C. cajan* pueden constituir hasta 30% de la dieta. En un bioensayo Herrera *et al.*, (2009) observaron que gallinas alimentadas con 5% de hojas de gandul, en la dieta, aumentaron el tamaño promedio de huevo.

**Contenido nutricional.** La semilla del *C. cajan* posee entre 18% y 21% de proteína bruta en base seca o el 8% en base fresca; sin embargo, algunas variedades pueden contener hasta 32% de proteína (Mula *et al.*, 2010). Cuando se pretende henificar la cosecha, ésta se realiza a los 75 ó 90 días de edad, coincidiendo con contenidos de proteína bruta de 15,4% y 17,26% y de fibra bruta de 34,73% y 40,88%, respectivamente. En la revisión realizada por HOUÉROU (sf) para la FAO, describe que el contenido de proteína bruta y de fibra bruta para las hojas, las semillas y el ensilaje del follaje con 66,7% de humedad es de 11,46 y 22,6%, 18,36 y 5,43%, 15,09 y 26,05%, respectivamente; adicionalmente, informa que el mencionado ensilaje tiene 32,8% de extracto libre de nitrógeno en base seca. En la composición química del *C. cajan* existe diversidad de compuestos flavonoides, entre los cuales se destacan: dos globulinas Cajanin y el Concajanin (Pal *et al.*, 2011); cada uno con propiedades terapéuticas especiales que pueden convertir al *C. cajan* en un alimento funcional.

#### **b. *Mucuna (Mucuna pruriens)*.**

*Mucuna pruriens*, este frijol pertenece a la familia leguminosae, género *Mucuna*, especie *pruriens*, y posee numerosos nombres comunes tales como frijol terciopelo, mucuna, nescafé, cowage, velvet bean, forogate, píen tou, Swagupta Es una planta anual, arbusto trepador con largos zarcillos que le permiten llegar a más de 15 m. Sus granos son blancos, lavanda, o púrpura; flores y vainas cubiertas de pelos anaranjados, causantes de severa hinchazón y alergia si se ponen en contacto con la piel.

Los granos son negros o pardos brillantes. (Manyam B V, Dhanasekaran M, Hare TA, 2004).El polvo de las semillas de *Mucuna pruriens* contienen altas concentraciones de levodopa, directo precursor del neurotransmisor dopamina y de largo uso en medicina tradicional de la India para enfermedades como el Parkinson. En gran cantidad (30 g/dosis) ha mostrado ser igualmente efectiva en el tratamiento del Parkinson como pura medicación levodopa/carbidopa, pero no hay datos de eficacia a largo plazo y tolerabilidad. Otro beneficio de la *Mucuna* es que puede incrementar la producción de hormona humana de crecimiento, siendo sus extractos comúnmente vendidos como reconstituyentes. También tiene efectos diuréticos, incrementa la resiliencia tisular y mejora la coordinación (Giuliano F, Allard J., 2001).



**Figura 39. *Mucuna pruriens*.**

#### **Distribución natural**

El frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) es originario del sur de China y de la India oriental, y fue utilizado como cultivo para abono verde y se introdujo en América en 1890 (González, 1993). Por otro lado, se ha mencionado que el frijol terciopelo se ha ido cruzando mediante la polinización natural y esto ha dado como resultado un gran número de variedades. Las especies de la *Mucuna* spp más citadas incluyen a *M. deeringiana* Merrill, *M. utilis* Wllich (Bengal velvet bean), *M. pruriens* (L), *M. nivea*, *M. hassjoo* (Yokohama velvet bean), *M. aterrima* Holanda (Mauritius y Boubon velvet bean), *M. capitata* y *M. diabólica* (Duke 1981).



**Figura 40. Semillas de *Mucuna*.**

El frijol terciopelo sobrevive desde el nivel del mar hasta 2 100 msnm con una precipitación pluvial anual de 650 a 2 500 mm; prospera en diversos tipos de suelo, tolera la acidez, no soporta la humedad alta del suelo en las etapas iniciales de su desarrollo, pero después de los primeros 2 meses soporta bien los períodos largos de sequía.

Las semillas germinan de 6-8 días después de la siembra tiene una cobertura amplia, produce de 534 a 1 735 kg/ha de semillas, dependiendo de las condiciones de suelo, manejo y precipitación, el tiempo transcurrido para la cosecha de la semilla es de 38-49 semanas después de la siembra y se pueden realizar varias cosechas con intervalos de tiempo de 2 semanas entre cosecha.

El frijol terciopelo se utiliza en asociación con varios cultivos principalmente con maíz; se utiliza también como cultivo de cobertura, ya que produce gran cantidad de MS, que puede ser incorporada al suelo. Además produce de 4-5 t/MS/ha/año la cual puede ser incorporada al suelo y en consecuencia mejorar su contenido de materia orgánica.

**c. Soya forrajera (*Glycine max*).**

**Origen:** África.

**Ciclo:** Perenne.

**Descripción:** Mata densa que alcanza hasta 60 cm de altura. Hojas trifoliadas, con folíolos que miden aproximadamente 38 mm de largo por 28 mm de ancho; inflorescencia que sale de las axilas de las hojas, flores pequeñas de color púrpura claro o lila. Vainas cortadas, de 25-38 mm de largo y están cubiertas por una pubescencia color castaño. Las semillas son de color castaño a negro y medianamente largas.

**Adaptación**

**Clima:** Tropical y subtropical seco. Crece de 0-1 200 msnm, con lluvias que exceden los 700 mm anuales. Soporta bien la sequía.

**Suelo:** Suelos francos; resiste la acidez del terreno; requiere la presencia de fósforo en el terreno.

**Establecimiento**

**Método:** Por semilla, la misma que debe ser inoculada y preferentemente granulada con cal. En siembra al voleo se utiliza 10-25 kg/ha de semilla y, en hileras de 5-8 kg/ha.

**Asociación:** Se obtiene una buena mezcla con los pastos yaragua y gordura.

### Variedades

**Clarence:** Es la variedad más precoz, razón por la cual se le utiliza en mezclas para producir forraje a corto plazo con poaceas de ciclo corto.

**Cooper:** Variedad semitardía, muy resistente a la sequía y la más robusta.

**Tinaroo:** Variedad que florece muy tarde, que permite su aprovechamiento más largo.



**Figura 41. Ganado pastoreando en soya forrajera.**

#### **d. Lucerna (*Leucaena leucocephala*).**

*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit es una de las especies más utilizadas en los sistemas silvopastoriles tropicales, por su rápido crecimiento, su capacidad de mejorar el suelo y el gran contenido proteico. Es a su vez una de las especies invasoras más agresivas a nivel mundial (Lowe *et al.*, 2004), formando matorrales monoespecíficos difíciles de eliminar, por su gran producción de semillas y capacidad de regeneración.

#### **Descripción:**

*Leucaena leucocephala* es un árbol o arbusto, sin espinas, de 3 a 15 m (hasta 20 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de entre 5 y 50 cm. Copa redondeada, ligeramente abierta y rala. Hojas alternas, bipinnadas, de 9 a 25 cm de largo, verde grisáceas y glabras; folíolos 11 a 24 pares, de 8 a 15 mm de largo, elípticos y algo oblicuos. Tronco usualmente torcido y se bifurca a diferentes alturas. Ramas cilíndricas ascendentes. Desarrolla muchas ramas finas cuando crece aislado.

**Flor:** cabezuelas, con 100 a 180 flores blancas, de 1,2 a 2,5 cm de diámetro; flor de 4, 1 a 5,3 mm de largo; pétalos libres; cáliz de 2,3 a 3,1 mm.

**Fruto:** vainas oblongas, estipitadas, en capítulos florales de 30 o más vainas, de 11 a 25 cm de largo por 1,2 a 2,3 cm de ancho, verdes cuando tiernas y cafés cuando maduras; conteniendo de 15 a 30 semillas. Semillas ligeramente elípticas de 0,5 a 1 cm de largo por 3 a 6 mm de ancho, aplanadas, color café brillante, dispuestas transversalmente en la vaina. La semilla está cubierta por una cera que retarda la absorción de agua durante la germinación.

**Raíz:** profunda y extendida. La raíz primaria penetra en las capas profundas del suelo y aprovecha el agua y los minerales por debajo de la zona a la que llegan las raíces de muchas plantas agrícolas.

#### **Hábitat.**

Prospera en ambientes adversos. Se adapta muy bien a las tierras bajas, crece desde sitios secos con 350 mm/año hasta húmedos con 2 300 mm/año y temperatura media anua de 22 °C a 30 °C. Es necesario un período seco de 4 a 6 meses.

Crece en una amplia variedad de suelos, desde neutros, hasta alcalinos, siempre y cuando sean suelos bien drenados, no compactados ni ácidos. Cuando es plantada con fines agroproductivos se obtienen los mejores resultados en suelos con pH de 6,5 a 7,5, suelos inferiores a 5,5 pH no son recomendables para su cultivo. Suele ser maleza en hábitats abiertos, paisajes seminaturales, degradados y ruderales. No se ha reportado como invasora en bosques cerrados poco perturbados. *L. leucocephala* es una especie de tierras bajas, por lo que no crece bien por encima de los 500 msnm.



**Figura 42. Semillas de *Leucaena*.**

**Uso forrajero:**

Las hojas, vástagos, semillas y frutos pueden ser usados como forraje para rumiantes. Las hojas constituyen un excelente forraje (4 a 23 % de materia fresca; 5 a 30 % de materia seca; 20 a 27 % de proteína, rico en calcio, potasio y vitaminas). Tienen un porcentaje de digestibilidad de 60 a 70 %. Las hojas y semillas contienen un aminoácido tóxico (mimosina) que puede causar daño a los mamíferos no rumiantes y aves de corral (Debilidad, pérdida de peso, aborto, caída de pelo en caballos, mulos y burros, bocio). Los rumiantes contrarrestan el efecto tóxico con una bacteria. Hay que utilizar una estirpe con bajo contenido de mimosina.



**Figura 45. *Leucaena leucocephala*.**

**e. Maní forrajero (*Arachis pintoii*).**

Es una leguminosa originaria de América del Sur, principalmente de Brasil, que se adapta a diferentes condiciones edafoclimáticas y se utiliza como alimento animal por su alto contenido de proteínas y por su digestibilidad (FAO, 2007).



**Figura 46. *Arachis pintoii*.**

El *Arachis pintoii* es apetecido por ganado, ovejas y caballos, y su producción anual de materia seca varía entre 8 a 12 t/ha, con cortes periódicos a intervalos de 8 a 12 semanas. El contenido de proteína varía entre 17 a 20% y la digestibilidad de material seca entre 67 a 71%. Esta leguminosa es capaz de fijar hasta 300 kg de nitrógeno/ha al año. Su baja producción de forraje la hace inapropiada como forraje de corte y acarreo (Tropseeds, 2015).

#### **Clasificación taxonómica.**

De acuerdo a Ecured, (2015), el *Arachis pintoii* pertenece a la siguiente escala taxonómica:

Reino : Plantae  
División : Magnoliophyta  
Clase : Magnoliopsida  
Orden : Fabales  
Familia : Fabaceae  
Subfamilia : Faboideae

Nombre científico: *Arachis pintoii*

#### **Adaptación**

(FAO. 2007), reporta que el maní forrajero se adapta bien a diversos ambientes tropicales que van desde 0 hasta 1 300 m de altitud y precipitación desde 2 000 a 5 500 mm, bien distribuidas en el año o con sequías menores de cuatro meses. Crece mejor en suelos franco-arenosos y franco-arcillosos; tolera condiciones de mal drenaje o encharcamiento, aunque su desarrollo se afecta principalmente en las primeras etapas de su establecimiento. Se adapta a suelos pobres en nutrientes como fósforo, potasio, calcio y magnesio, ácidos (pH 5,0) y hasta con toxicidad (75% de saturación de aluminio). Tolera la sombra, el pastoreo fuerte y el pisoteo, por lo que crece bien en combinación con poaceas, bajo pastoreo constante aumenta la presencia del maní forrajero en la pastura, independientemente de la cantidad del forraje.

Ecured (2015), indica que se adapta a suelos ácidos hasta alcalinos, con fertilidad media-alta, necesita fósforo y magnesio, textura no arenosa, resistente a mal drenaje, pero no inundación. Su rango de adaptación va de bosques húmedos hasta subhúmedos (1 200 a 3 500 mm por año), sobrevive a 4 o 5 meses secos, altura de 1 800 msnm, tolera sombra y es apropiado para pendientes.

### Descripción botánica

El maní forrajero, conocido científicamente como *Arachis pintoii*, es una leguminosa herbácea, perenne, de crecimiento rastrero y con estolones. A diferencia de la exuberancia habitual de las leguminosas tropicales esta, en cambio, sobrepasa los 20 a 40 cm de altura, con una robusta raíz principal en las coronas adultas que crece hasta unos 30 cm de profundidad y presenta un gran número de pequeños nódulos achatados, tanto en la raíz principal como en las secundarias. Las flores son de color amarillo e inmediatamente después de la fecundación se marchitan sin caer de la planta. Tiene varios períodos de floración y la semilla se introduce en la tierra (es geocárpica), formando un fruto pequeño. Esta leguminosa es muy buena productora de semilla. La semilla es de maduración prolongada y tiene 9,8 mm de longitud y 5,3 mm de ancho. El peso de 1 000 semillas es de aproximadamente 90 gramos (Holgado, 2011).



**Figura 48. Flor de *Arachis pintoii*.**

FAO (2007), manifiesta que es una leguminosa, gran productora de semillas, y al igual que el resto de las especies de *Arachis*, las produce dentro del suelo, concentrándose el 90 por ciento de la producción en los primeros 10 centímetros del suelo, por lo cual su cosecha resulta difícil, costosa y anticonservacionista. La floración abundante se inicia con la época lluviosa, es siempre continua y se extiende, suficiente humedad en el suelo, o sea, tiene floración indefinida, continua y no parece estar influenciada por la longitud de las horas luz.

### Establecimiento

Ecured (2015), su establecimiento se realiza por semillas o material vegetativo, tiene rápida cobertura, ayuda a la protección del suelo por su hábito de crecimiento postrado y estolones

enraizados. Esta característica y la producción de semilla subterránea garantizan su persistencia en la pradera.

### **Manejo**

Se recomienda aplicar fósforo en el momento de la siembra, los demás elementos se deben aplicar a los dos meses después de la siembra. Cada año se debe aplicar el 50% de las dosis como mantenimiento en la época de lluvia. Permite una muy buena asociación con poaceas tipo *Brachiaria*, *Andropogon gayanus* y *Panicum maximum*, durante la época de sequía se reduce la producción de MS pero con las primeras lluvias se reinicia el crecimiento (Tropicalforages, 2015).

## **2.7. Especies de clima frío templado.**

### **a. Trébol blanco (*Trifolium repens*)**

La región de origen del trébol blanco es el Mediterráneo. Se trata de una especie nativa de Europa, Asia y África del Norte, y crece desde el nivel del mar hasta los 6 000 msnm de altitud en el Himalaya. Ha sido implantado en la mayoría de las regiones templadas del mundo, y fue introducido en América por los colonos europeos durante el siglo XVI. A partir de allí prosperó, y se extendió hacia el este y el norte. La introducción voluntaria continuó hacia Australia, Nueva Zelanda, Japón, Canadá, Sudamérica y Sudáfrica. También, se encuentra en regiones subtropicales como India, Hawai, México y otras áreas del Caribe. Durante el año 1991, comenzó en Argentina, juntamente con el Instituto de Investigaciones Pastoriles de Nueva Zelanda, Grasslands, un proceso de mejoramiento genético de esta especie, con el objetivo de aumentar la producción invernal de forraje. En el año 1998, se obtuvo el nuevo cultivar, caracterizado por su tamaño de hojas (grandes), su porte de planta con densa producción de estolones y su gran concentración de producción invernal. El nuevo cultivar se encuentra en etapa de evaluación comercial y multiplicación de semillas, estando disponible en mercado para las siembras de pasturas del otoño del 2000 (Geilfus, 1994).



**Figura 49. *Trifolium repens*.**

#### **Morfofisiología.**

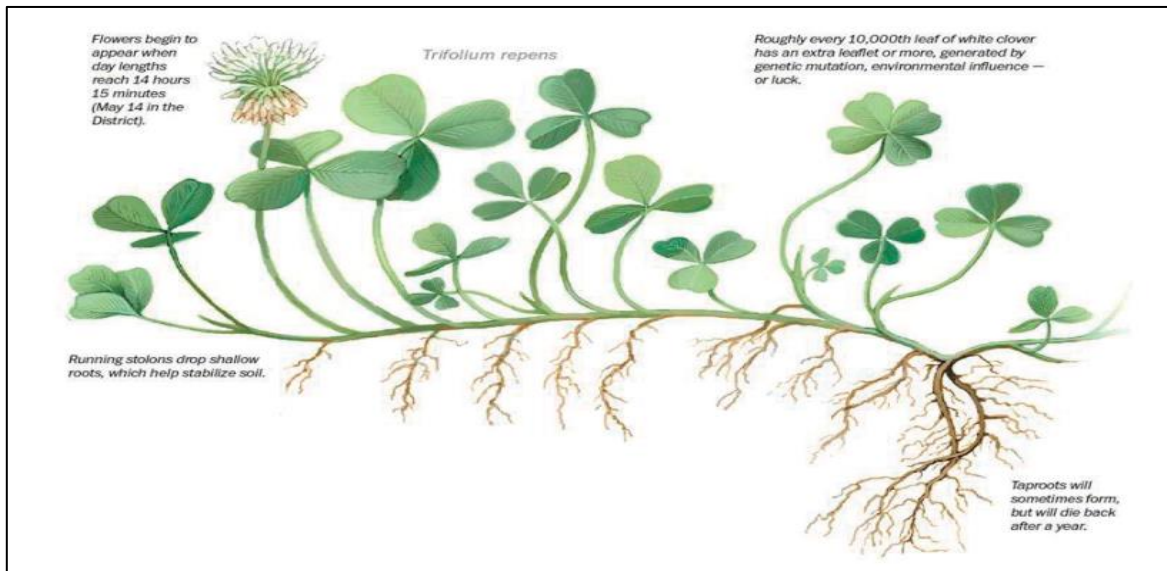
Forraje perenne, rastrero, alcanza una altura de 10 cm. Su hábito estolonífero hace una leguminosa de excelente adaptación al pastoreo en zonas templadas de todo el mundo. Se propaga por estolones y semillas. El sistema radical es ramificado en su raíz principal, además presenta raíces adventicias de carácter estolonífero. Las hojas son pecioladas y trifoliadas; sus foliolos son ovales, con una mancha blanca, y sin ninguna vellosidad (tampoco en pecíolos ni tallos). Los estolones se encuentran abrazados por estípulas membranosas de las hojas. Las inflorescencias son capítulos globulares de 1,5 a 2 cm de ancho, conteniendo de 50 a 200 flores blancas o blanco-rosadas. Estos capítulos se encuentran sobre un pedúnculo de 7 cm. Las flores son de tipo papilionáceo (Muslera y Ratera 1984). El fruto de trébol blanco es una legumbre cuya dehiscencia se produce a lo largo de las alturas. La semilla es ovoide, acorazonada, algo aplastada lateralmente, de superficie lisa y llenan su tamaño, presenta dimensiones promedio de 0,9 a 1,2 mm de largo por 0,8 a 1,1 mm de ancho. La coloración es brillante y varía entre el amarillo dorado y el castaño claro, con predominio de las primeras, las semillas viejas se tornan de color rojizo. El hilo es blanquecino y se encuentra en el tercio inferior del perfil, un poco escondido debajo del extremo de la radícula, siendo grande, larga y termina en punta redondeada. El surco radicular es muy viable formado por una línea de color

amarillo claro, que se extiende hasta rodear el hilo. La chalaza, casi en la cara inferior se destaca poco en forma de mancha (Carambula, 1977).

Está presente en la mayor parte de las pasturas de la región templada húmeda de nuestro país. El ciclo trébol blanco se da durante otoño, invierno y primavera, siendo el pico de acumulación en esta última estación. Durante el verano puede permanecer en latencia o con cierta actividad, si éste es climáticamente benigno. La posición del trébol blanco en el reino vegetal y su subdivisión es la siguiente:

|             |                    |
|-------------|--------------------|
| Sub Reino   | : Fanerógamas      |
| División    | : Magnoliophita    |
| Clase       | : Magnoliopsidae   |
| Sub clase   | : Rosidae          |
| Familia     | : Fabaceae         |
| Sub Familia | : Papilionoidae.   |
| Tribu       | : Trifoleae.       |
| Sub Tribu   | : Trifolinea.      |
| Género      | : Trifolium.       |
| Especie     | : <i>repens</i> L. |

Entre los nombres vernaculares con que es conocido se tiene el de trébol blanco (español), white clover (ingles), trefie blans (francés). Su número de cromosomas es de 32 tetraploides (Waaaijeenbr, J., 1996).



**Figura 50. Morfología del *Trifolium repens*.**

#### **Fenología del trébol blanco.**

Comienza por el desarrollo de la corona, de una raíz pivotante y hasta diez estolones primarios, que nacen de las yemas axilares de las hojas de la corona. Los estolones suelen adoptar forma radial sobre la superficie del suelo. Posteriormente, los nudos de estos estolones desarrollan nuevas raíces adventicias, hojas y yemas axilares. La aparición de estolones secundarios, ocasiona cierta debilidad en los primarios, por emigración de las sustancias de reserva hacia dichos estolones hijos, hasta el punto en que, finalmente, los primarios mueren y el sistema secundario se independiza de la planta original. Este comportamiento facilita la supervivencia de las plantas, por multiplicación vegetativa, al asegurar el desarrollo y el crecimiento sucesivo de nuevos estolones, y con ellos, la emergencia de nuevos individuos. El crecimiento de los estolones, es aproximadamente de 2 dm/año. Una vez que las condiciones ambientales (fundamentalmente fotoperiodo) favorecen el proceso de floración, las yemas axilares originan cabezuelas florales. De esta forma, la producción de inflorescencias se hace en detrimento de los nuevos estolones y, por consiguiente, el crecimiento de la planta se reduce. También se movilizan reservas hacia las flores para formar las semillas (Muslera y Ratera, 1991).

En el establecimiento del trébol blanco, la semilla de trébol blanco, después de su germinación, forma dos hojas cotiledonales, y posteriormente, sale la primera hoja verdadera, que es unifoliar, después se convierten en hojas trifoliales. Ahora empieza la formación de estolones o ramos

laterales, que se arrastran pegados a la superficie del suelo. Los estolones están formados de entrenudos, donde se produce el crecimiento longitudinal y los nudos donde salen las hojas, raíces (Andia y Argote, 2006).

### **Distribución y adaptación**

La región de origen del trébol blanco es el Mediterráneo. Se trata de una especie nativa de Europa, Asia y África del Norte, y crece desde el nivel del mar hasta los 6 000 msnm en el Himalaya. Ha sido implantado en la mayoría de las regiones templadas del mundo, y fue introducido en América por los colonos europeos durante el siglo XVI. A partir de allí prosperó, y se extendió hacia el este y el norte. La introducción voluntaria continuó hacia Australia, Nueva Zelanda, Japón, Canadá, Sudamérica y Sudáfrica. También se encuentra en regiones subtropicales como India, Hawaii, México y otras áreas del Caribe (Gentos 1999).

Las leguminosas, implica permanencia, difusión y regeneración a pesar de las condiciones de fertilidad del suelo, sequía regular, presión de pastoreo y variables como helada y fuego. La persistencia es vital. Aunque a menudo se describe como sistemas de inicio lento, las leguminosas persisten en los pastos a través de su reproducción vegetativa y establecimiento.

La adaptación del trébol blanco como pastura ocurre en los climas ligeramente húmedos. Puede ser usado en áreas húmedas con pH del suelo bajo; pero obtiene un mejor desarrollo en suelos arcillosos, bien drenados y no es tolerante a suelos salinos o altamente alcalinos. Requiere climas con régimen regular de lluvias y suelos de media a alta fertilidad con pH de 5,5 a 7,5. La persistencia vegetativa de esta leguminosa depende de la proliferación de estolones, aunque la resiembra algunas veces ha sido citada como el mayor factor que contribuye a la persistencia en determinadas áreas, en referencia a este factor indican que los tréboles de hojas medianas son los que están mejor adaptados en climas templados, indicando que la defoliación en la temporada de pastoreo podría conferirle al trébol durante el otoño (Brink *et al.*, 1993).

El trébol blanco se adapta a gran diversidad de condiciones climáticas, se encuentra en zonas con condiciones de clima frío y húmedo, de preferencia en las regiones con posibilidades de riego periódico o permanente, en muchas leguminosas la infección de *Rhizobium* no ocurre por debajo de pH 5,0 pero ocasionalmente tendrá un desarrollo.

Esta especie no prospera en aquellos que son suelos sueltos, salino-alcálinos, o demasiado ácidos. Exige buena disponibilidad de P para crecer sin restricciones, pero se abastece de N gracias a la fijación biológica. Prefiere suelos más pesados y con buena disponibilidad de agua. Está presente en la mayor parte de las pasturas de la región templada húmeda de nuestro país, produce durante otoño, invierno y primavera, siendo el pico de acumulación esta última estación, durante el verano puede permanecer en latencia o con cierta actividad, si éste es climáticamente benigno (Delgadillo *et al.*, 1996).

Los tréboles necesitan para su óptimo crecimiento grandes intensidades de luz, mientras que las poaceas, aunque también crecen mejor a plena luz, están más adaptadas.

**b. Trébol rojo (*Trifolium pratense*).**

Planta perenne de 10-60 cm de pilosidad variable. Tallos erectos o ascendentes. Hojas trifoliadas con folíolos ovales, con estípulas estrechadas en arista. Flores con corolas rosadas o purpúreas, membranosas en la fructificación. Cáliz peloso, con 10 nervios, dientes lineares y una callosidad en la garganta. Flores agrupadas en cabezuelas globosas, sésiles, cubiertas en su base por las estípulas de las hojas superiores.

**Requerimientos ambientales:** climas templados. Resiste el frío pero tolera relativamente mal la sequía. Acepta bien la sombra. Vegeta en todo tipo de suelos, aunque prefiere los profundos y con buen nivel de bases. Es exigente en humedad edáfica pero no soporta los encharcamientos prolongados.

**Distribución y zonas de cultivo:** originaria del sudeste de Europa. Aparece de forma espontánea en casi toda la península Ibérica. Su cultivo como forrajera se inició en el norte de Europa y actualmente se ha extendido a todo el planeta. En la península es la leguminosa de siega más utilizada en las áreas de clima templado.

**Tipo de cultivo:** praderas de siega de corta o media duración. Se implanta asociado a una poacea pratense, habitualmente raigrás italiano no alternativo. También forma parte de praderas polífitas de larga duración, aportando forraje durante los primeros años.

**Implantación y persistencia:** se implanta con facilidad y su vida productiva es de 2-4 años. Dosis de siembra en cultivo puro: 20 kg/ha. En mezcla: <10kg/ha.

**Interés forrajero:** es un trébol muy productivo, incluso en verano si recibe suficientes aportes hídricos. La producción anual puede alcanzar las 12-15 t ms/ha. Buen valor nutritivo. Aunque tiene un menor contenido proteico que la alfalfa, presenta una elevada proporción de glúcidos y una mayor digestibilidad. Si se pasta sola puede producir meteorismo, por ello se recomienda asociarla a una poacea.

**Formas de aprovechamiento:** su aprovechamiento principal es mediante siega. Una vez segado, puede darse en verde o conservarse mediante ensilado o henificado. También puede pastarse aunque el pisoteo del ganado daña la corona del trébol y afecta su persistencia. Se recomienda el pastoreo rotacional por ganado mayor.

**Variedades:** existe un amplio abanico de variedades según su porte (alto, más adaptado a la siega, y bajo, más adaptado al pastoreo), grado de ploidía (2n y 4n), y precocidad de entrada en producción. Algunas variedades son: 'Alpilles', 'Pales', 'Deben', 'Temara', 'Violetta', 'Astra', 'Barfiola', 'Viola', 'Pawera', 'Golum', 'Krano' y 'Palna' ([www.unavarra.es](http://www.unavarra.es)).



**Figura 51. Trébol rojo (*Trifolium pratense*).**

**c. Trébol encarnado (*Trifolium incarnatum*).**

Planta anual, con tallos de 20 - 50 cm, simples o ramificados desde la base, erectos o ascendentes, con pilosidad patente en la base y adpresa en la parte superior. Las hojas se disponen alternas; tienen un peciolo de hasta 15 cm y estípulas ovadas, angulosas y con dientes oscuros; son compuestas, imparipinnadas, con foliolos de 8 - 25 mm, de obovados - cuneados a suborbiculares, denticulados cerca del ápice. Las flores se reúnen en inflorescencias de 20 - 70 x 15 - 25 mm, espiciformes, elipsoidales en flor y subcilíndricas en fruto, dispuestas sobre un pedúnculo de hasta 13 cm, y sin bracteolas. El cáliz, actinomorfo, consta de un tubo campanulado, de hasta 5 mm, con 10 nervios y pelos adpresos, que se abre al exterior por 5 dientes tan o más largos que el tubo, lineares, de ápice agudo, patentes en el fruto. La corola, de 10 - 12 mm, es tan o más larga que el cáliz, de color rojo sangre, rosado o blanco; es de tipo papilionáceo; consta de un estandarte, dos alas y una quilla formada por la unión de los dos pétalos inferiores. El androceo es diadelfo, al tener 9 estambres soldados formando un tubo y uno libre, opuesto al estandarte. El gineceo consta de un ovario que emite un estilo que pasa por el interior del tubo formado por los estambres. El fruto es una legumbre, incluida en el cáliz, con sólo una semilla amarillenta en el interior. Florece de abril a agosto.

Se han distinguido dos variedades de esta especie:

**var. *incarnatum*:** robusta u erecta, ramificada y no muy pilosa, con inflorescencias densas, la corola rojo sangre, igual o algo más larga que el cáliz.

**var. *molinerii*:** menos robusta, con tallos ascendentes y muy pilosos, con inflorescencias poco densas y la corola normalmente blanco amarillenta, raramente rosa y más larga que el cáliz.



**Figura 52. Trébol encarnado.**

### **Hábitat y ecología**

Crece en pastizales anuales en suelos ricos, nitrogenados, desde el nivel del mar a los 2 000 msnm. La var. *incarnatum* se cultiva como planta forrajera y aparece naturalizada en muchos lugares; la var. *molinerii* es mucho más rara, y es nativa en algunas zonas en acantilados expuestos a la salpicadura del mar. Es característica de comunidades del orden Arrhenatheretalia (Clase Molinio - Arrhenatheretea), que está formada por prados mesófilos en los que son característicos *Arrhenatherum elatius*, *Astrantia major*, *Crepis capillaris*, *Festuca pratensis*, *Galium verum*, *Malva moschata*, *Rhinanthus serotinus* subsp. *asturicus*, *Serapias cordigera*, *Serapias lingua*, *Trifolium dubium* y *Veronica chamaedrys* ([www.asturnatura.com](http://www.asturnatura.com)).

### **d. Loto o cuernecillo (*Lotus corniculatus*).**

*Lotus corniculatus* L. es una fanerógama perteneciente a la familia de las leguminosas (Fabaceae), nativa de praderas templadas de Eurasia y norte de África. Nombres comunes: loto corniculado, zapaticos de la virgen, trébol criollo.

El género *Lotus sp* comprende unas 100 especies distintas, dentro de las cuales el *Lotus corniculatus* es la más interesante en cuanto a aprovechamientos forrajeros ([es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org)).

### **Descripción botánica**

Se trata de una especie perenne generalmente con la base leñosa, de talla variable hasta los 40 cm de longitud, aunque se suele quedar en los 20 cm por su porte decumbente y rastrero. Tras su primer año de crecimiento desarrolla la corona de la que nacen axilarmente las ramificaciones. De ésta también surge una raíz pivotante.

Presenta hojas sésiles (sin peciolo) de cinco folíolos dispuestos como los dedos de una mano: uno terminal, dos opuestos y otros dos en la base del raquis, a modo de estípulas desarrolladas. Los folíolos alcanzan una longitud nunca superior a los 17 mm, con una forma ovoidea.

El pedúnculo en el que se inserta la inflorescencia en umbela, es de origen axilar. Su corola es amarilla, con la forma típica que presentan las leguminosas: de simetría zigomorfa con cinco pétalos (estandarte, quilla y dos alas). El cáliz presenta sépalos de igual longitud y derechos. El androceo no cuenta con más de 11 estambres.

El fruto es una legumbre de dehiscencia longitudinal, de menos de 4 mm de grosor. Tiene la forma característica de una pata de pájaro (carácter del cual toma su nombre común en inglés: “birdsfoot trefoil”). La legumbre contiene de 10 a 30 semillas y tiene un alto grado de dehiscencia en la madurez, retorciéndose en forma de espiral, especialmente cuando su humedad es inferior al 40%.

Su semilla es redonda de 1 a 1,5 mm de diámetro, de color marrón a veces punteadas de violeta.



**Figura 53. Flores de *Lotus corniculatus*.**

#### **Agronomía y manejo.**

Esta especie puede ser una alternativa interesante mezclada con cereal en zonas de clima mediterráneo continentalizado. La dosis en este caso suele ser de 4Kg/ha. Aunque también se puede sembrar en solitario, ya que una de sus ventajas es que no produce meteorismo. Se manejan dosis de unos 10-12 Kg/ha. Al ser una especie perenne se utiliza en praderas de larga duración.

Debido a su biología y desarrollo del ciclo fenológico, se trata de una especie a la cual los pastoreos muy intensos durante primavera y verano pueden provocar un retraso en el rebrote, debido a la eliminación de las yemas presentes en la corona. Si el pastoreo es intenso se producirá la eliminación de toda su parte verde, que unida a la poca acumulación de reservas en los órganos perennes, disminuyen sus posibilidades de rebrote.

Durante el otoño también deberemos restringir el pastoreo. Al ser la época en la que se produce la mayor acumulación de reservas, si interferimos en este proceso podemos comprometer la persistencia durante el invierno.

Por lo tanto, como técnica de manejo, deberemos dejar el corte a una altura desde los 2,5 cm a los 5 cm dependiendo del hábito de la planta. Tiene gran adaptabilidad a los pastoreos frecuentes, pero no severos. Puede ser conveniente cuando proceda permitir a la planta completar su ciclo, asegurando la persistencia por las semillas, y no solo por órganos vegetativos.

Es una planta que aunque su desarrollo inicial sea lento y delicado, su persistencia es muy buena.



**Figura 54. *Lotus corniculatus*.**

#### **e. Vicias (Tribu).**

En las regiones templadas existen 150 especies del género *Vicia*, ya sean anuales o perennes. De las anuales hay varias especies de valor forrajero pero sólo unas pocas introducidas tienen valor comercial. Todas ellas son de origen euroasiático. La mayoría son semivolubles, de tallos frágiles. Tienen hojas compuestas con zarcillos terminales, son plantas autógamas, con flores de color azulado integradas en racimo. Las vicias se adaptan a suelos ácidos y climas de fríos a templados.



**Figura 55. *Vicia sativa*.**

### Especies

Entre las especies forrajeras podemos mencionar: *Vicia sativa* (vicia común) de climas templados y húmedos, requiere suelos fértiles; *Vicia pannonica* (vicia de Hungría) de Europa Central, se adapta a suelos pesados; *Vicia villosa* (vicia velluda) mejor adaptada a las regiones más secas y templadas de suelos arenosos como el oeste pampeano; *Vicia benghalensis* o *Vicia atropurpurea*, resiste menos las bajas temperaturas, es precoz y vegeta en suelos más pobres que los que necesita la *Vicia sativa*; *Vicia dasycarpa*, es muy resistente a las bajas temperaturas; *Vicia angustifolia*, se parece a la *Vicia común*, pero de planta más pequeña y tolera bien pH bajos; *Vicia narbonensis* (vicia negra), se cultiva como forraje y para abono verde, es erecta de baja estatura, succulenta y de folíolos anchos.



Figura 56. *Vicia villosa*.

## UNIDAD IV

### CONSERVACION DE FORRAJES.

#### 1. ENSILAJE.

##### 1.1. Definición.

El ensilaje es un método de conservación de forrajes en el cual se utilizan forrajes y/o subproductos agroindustriales con alto contenido de humedad (60-70%). Este método consiste en la compactación del forraje o subproducto, expulsión del aire y fermentación en un medio anaeróbico, que permite el desarrollo de bacterias que acidifican el forraje. El ensilaje, es un alimento que resulta de la fermentación anaeróbica de un material vegetal húmedo mediante la formación de ácido láctico, para suplementar al ganado durante períodos de sequía, garantizando la alimentación de los animales durante todo el año (Filippi, 2011).

##### 1.2. Ventajas del ensilaje.

- Conserva el valor nutritivo del pasto durante largo tiempo.
- Suministra forraje succulento de calidad uniforme y de buen sabor durante todo el año (Bethancourt y García 2009).
- Reduce los costos de producción con la disminución en el uso de concentrados.
- Permite establecer estrategias de alimentación para la época de escasez de forrajes.
- Permite usar forraje de calidad en cualquier época del año y, especialmente, cuando hay escasez del mismo.

##### 1.3. Calidad del silaje.

| Características | Calidad del Ensilado                                                              |                                                      |                                                                                        |                                                |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|                 | Buena                                                                             | Intermedia                                           | Pobre                                                                                  |                                                |
|                 |                                                                                   |                                                      | Mal fermentado                                                                         | Sobrecalentado                                 |
| Color           | claro, amarillo verdoso, o pardo verdoso                                          | ídem                                                 | verde muy oscuro, grisáceo o pardo.                                                    | pardo negruzco                                 |
| Olor            | olor a leche ácida (ác. láctico)                                                  | ligero olor a grasa rancia (ác. butírico) y amoníaco | fuerte olor a grasa rancia y amoníaco                                                  | azúcar quemado o tabaco                        |
| Textura         | Firme el material más blando no se separa con facilidad de la fibra.              | el material blando se separa de la fibra             | viscoso, pegajoso. el material más blando se separa con facilidad de la fibra. mohoso. | seco, se rompe con facilidad al frotar. mohoso |
| pH              | <4,2 para ensilado de corte directo (húmedo). <4,8 para ensilados prehenificados. | 4,6 – 5,2                                            | >5,2                                                                                   | No es buen indicador                           |

#### 1.4. Cultivos forrajeros más utilizados como pastos de corte y ensilaje.

Todos los pastos pueden ser ensilados, pero para esto se necesita que cumplan con los requisitos de calidad deseada y se encuentren como excedentes, de lo contrario es recomendable que se ensilen solo aquellos que se utilizan como suplementos o complementos de la ración diaria. Por ejemplo, pastos de corte como maíz (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum vulgaris*), yerba merker (Super merker, elefante, merker morada y merker enana), entre otros. Para el caso del maíz, el elevado contenido en almidón del grano hace que este forraje tenga un contenido energético superior al heno o al forraje de sorgo y que, sea un buen material para ensilar (Wong, 2001). También, se pueden ensilar leguminosas asociadas con poaceas, subproductos de cosechas agrícolas y desechos de industrias (pulpa de cítricos y pulpa de café, entre otros). El corte para ensilaje debe efectuarse al principio del período de crecimiento de la planta para lograr un buen nivel de proteína y un alto valor de digestibilidad. Sin embargo, en ese momento el contenido en agua de la planta también es alto, lo cual produce un efecto adverso para una buena fermentación del ensilaje.



Figura 57. Ensilaje de maíz.

#### 1.5. Condiciones ideales.

Hay muchas opciones cuando llega el momento de ensilar el material cosechado. La elección de cuál utilizar estará definida por el volumen de forraje a almacenar, la humedad del material y el coste del sistema. Los silos horizontales son económicamente atractivos para almacenar grandes cantidades de alimentos pero su diseño conduce a una elevada pérdida de material almacenado por la alta exposición al ambiente. Además de la influencia del clima, el material ensilado en este tipo

de silos se ve afectado por otros factores que incluyen el contenido de materia seca, la permeabilidad de la pared de los silos, la superficie expuesta durante el llenado, el periodo del almacenaje y la manera como el material es removido durante la fase del suministro. Las pérdidas en silos horizontales son muy variables y están en función del tipo de diseño: cuanto más altos y angostos sean menor es la superficie expuesta y, por lo tanto, la cantidad de material que se pierde. El tamaño también influye: las pérdidas son mayores en silos pequeños y proporcionalmente menores en los de grandes dimensiones. Cuando el silo se almacena en bolsas, los problemas de llenado, compactado y sellado, prácticamente no tienen relevancia. La influencia del clima se reduce al mínimo y las pérdidas por fermentación son muy bajas (6-7%). El factor más importante que afecta la eficiencia de conservación es el grado de anaerobiosis que se logra en todo el silo.

#### **Factores que afectan a la conservación de los forrajes ensilados.**

##### **a) Madurez y contenido de humedad del forraje.**

El contenido de MS del material ensilado es el principal factor implicado en la preservación satisfactoria del forraje. Niveles muy bajos dificultarán la compactación rápida de la masa ensilada, mientras que excesos de agua serán un obstáculo sobre el proceso de fermentación y acidificación del material, diluyendo los ácidos formados y extendiendo con ello el proceso fermentativo. Cuando se trabaja con materiales con elevado contenido de materia seca (cultivos pasados o granos muy duros) debemos procurar que la picadora quiebre o aplaste los granos de maíz o sorgo para facilitar su digestión a nivel ruminal. Es esencial mantener una adecuada humedad para que se logre la óptima fermentación bacteriana que, además, permita la fácil exclusión del oxígeno del silo durante la confección. El contenido de humedad deberá ser de 55 a 65 %. Si es menor al 55 %, el forraje necesita ser picado finamente para asegurar un adecuado empaquetado, para así extraer el aire, de otra forma una considerable cantidad de azúcares se oxidarán y provocará daño por la generación de calor. El recalentamiento del ensilado disminuye la cantidad de azúcares y disminuye la digestibilidad de las proteínas. El lento descenso del pH de una masa ensilada con exceso de humedad favorecerá la intervención de microorganismos poco deseables en la fermentación, como las bacterias formadoras de butírico, *Clostridium* y otras. Otro problema que surge de ensilar un material con exceso de humedad son las pérdidas por lixiviación de azúcares, proteínas solubles y elementos minerales. Una apropiada madurez del suministro de una adecuada cantidad de azúcares fermentables para las bacterias del silo y el máximo valor nutritivo para la óptima alimentación del

ganado. La madurez también tiene un gran impacto sobre la humedad en aquellos cultivos que no se preorean, como el maíz.

#### **b) Tamaño de picado del forraje.**

El tamaño de las partículas del material cosechado es un factor que influye en el ensilado ya que un picado más fino facilitará la disponibilidad de los carbohidratos fermentables celulares del forraje para el medio fermentativo microbiano. Adicionalmente, la compactación será también más efectiva cuando el forraje esté finamente picado. La longitud del picado más conveniente es de alrededor de 6 a 12 mm, dependiendo del cultivo, de la estructura de almacenamiento y de la proporción de silo en la ración. Un tamaño de picado muy grande dificultará la compactación, quedando de este modo mayor cantidad de oxígeno atrapado en la masa del forraje, generando, finalmente, un incremento en la temperatura y en el desperdicio. Picados demasiado finos pueden producir algunos trastornos en los animales, como menor salivación, dificultades en la rumia y acidosis.

#### **c) Llenado, compactado y sellado.**

El cultivo debe ser cosechado y almacenado en el silo lo más rápido posible. Un llenado prolongado puede resultar en una excesiva respiración y, por lo tanto, incrementar las pérdidas del silaje. El compactado debe realizarse inmediatamente cuando el material es almacenado en silos horizontales.

Es deseable empacar a densidades entre 525 a 825 kg/m<sup>3</sup>. Tanto las pérdidas de materia seca como el pH se reducen cuando se aumenta la densidad del empaquetado. Si se quiere empacar forrajes con alto grado de humedad la densidad deberá situarse entre 415 - 525 kg/m<sup>3</sup> para evitar pérdidas por el lavado o filtración. Para una adecuada preservación del ensilaje durante largos períodos, debe aislarse del ambiente atmosférico. Esto se consigue procurando la impermeabilidad de las paredes y colocando cubiertas sobre el mismo en los silos horizontales. Generalmente, en este tipo de silo las mayores pérdidas se dan en la parte superior, en los extremos y en los costados contra la pared.

#### **d) Extracción y suministro.**

En el momento de apertura del silo y durante el suministro se produce un deterioro aeróbico ya que el ensilado es expuesto al aire, cambia la composición química, pH y temperatura, y se altera tanto

la calidad como la cantidad de forraje. El material deteriorado se presenta normalmente de color blanco o descolorido, con una pobre calidad, un menor consumo y además puede contener toxinas que causen trastornos a los animales, dependiendo de la cantidad ingerida.

#### **1.6. Tipos de preservantes y cantidades usadas.**

La melaza es uno de los preservantes utilizados con mayor frecuencia, debido a su bajo costo y a su alto contenido de carbohidratos aprovechables. Estas mejoran la calidad del ensilaje y lo conservan. Las proporciones comúnmente usadas están en el orden del 2 al 10%. Esto varía según la edad y la clase del forraje a ensilar. Otros preservantes son el metabisulfito de Sodio en polvo. Este se añade en proporción de 3 a 4 kg por tonelada de pasto. El uso de más de estas cantidades reduce considerablemente la aceptación por parte del animal.

En Europa se utiliza el método AIV, consiste en la adición de una combinación de ácidos sulfúricos y clóricos sobre la masa ensilada. Este AIV reduce el pH a 3,5. Se usa a razón de 500 g/100 kg de pastos.

El kilaje es un preservativo patentado en forma de polvo que contiene formato de calcio, ácido fórmico y nitrato de sodio, este producto es aplicado a razón de 1,50 a 2,5 kg/tonelada de forraje verde.

Otros preservativos usados son granos de maíz molido, de avena, etc., los cuales se utilizan de 50 a 75 kg por cada tonelada de pasto. La cantidad añadida depende del contenido de humedad del pasto.

#### **1.7. Tipos de silos.**

Existen en la actualidad diferentes tipos de silos, los cuales se adaptan a la posibilidad y necesidades de cada granjero. Los costos de cada uno de ellos dependerán del material utilizado. Entre los principales tenemos: silos torre, trinchera, bunker, bunker portátil, frigieri y harvestore. Además, existen otros más rústicos como son el parvasilo y los silos verticales o redondos.

### 1.8. Cálculo para silo tipo trinchera.

Este tipo de silo se puede construir en la ladera de un cerro, loma, etc., y consiste en una zanja abierta en la tierra con paredes desnudas o recubiertas con concreto o bloques. Debe ser construido cerca del establo, preferentemente en una ladera para facilitar la excavación. Los terrenos duros y arcillosos son preferidos a los arenosos o sueltos.

Las paredes de la fosa deben tener una cierta inclinación con una pendiente 1:4. Las pérdidas de material ensilado en el silo de trinchera llegan alrededor de un 18%.

| Cálculos de algunos silos de trinchera según sus capacidades |                |                |        |       |
|--------------------------------------------------------------|----------------|----------------|--------|-------|
| Toneladas                                                    | Ancho Superior | Ancho Inferior | Altura | Largo |
| 50                                                           | 4 m            | 3              | 2      | 13 m  |
| 100                                                          | 4 m            | 3 m            | 2,5 m  | 21 m  |
| 150                                                          | 5,5            | 4,5            | 3,6    | 15 m  |
| 200                                                          | 6              | 5,0            | 3,6    | 20 m  |

La cantidad de pasto a ensilar debe ser calculada previamente, de acuerdo al número de animales que se tengan y de los días de verano. La siguiente tabla da una idea de la cantidad de pasto a suministrar a los animales:

|                     |               |
|---------------------|---------------|
| Vacas en lactación  | 20 kg diarios |
| Vacas               | 15 kg diarios |
| Novillos(toretas)   | 20 kg diarios |
| Toros               | 25 kg diarios |
| Mautes(Vaquillonas) | 10 kg diarios |
| Becerras            | 5 kg diarios  |

Supongamos que en una finca se necesita tener pasto ensilado para un período de 80 días, los animales a los cuales se les va a dar silaje son: 20 vacas, 1 toro, 16 mautes y 10 becerros.

| El cálculo del silo se hace así                             |                      |        |
|-------------------------------------------------------------|----------------------|--------|
| Ración diaria                                               | 20 vacas consumen    | 400 kg |
|                                                             | 1 toro consume       | 25 kg  |
|                                                             | 16 mautes consumen   | 160 kg |
|                                                             | 10 becerros consumen | 50 kg  |
| Total 635 kg                                                |                      |        |
| En 80 días se consumirán: $635 \times 80 = 50,8$ toneladas. |                      |        |

Se debe construir un silo trinchera con capacidad para 50,8 toneladas.



**Figura 58. Silo tipo trinchera.**



**Figura 59. Silo tipo torre.**



**Figura 60. Silo tipo bunker.**

## 2. HENIFICACIÓN.

Es una técnica de conservación producida por la evaporación rápida de agua en sus tejidos. La alfalfa es cortada y secada para luego ser suministrada a los animales. El principal problema de la henificación es la lluvia en el secado del heno, debido a que disminuye el valor nutritivo del forraje por lavado, acompañado de la pérdida por deshoje hace que disminuya el valor protéico (FEDNA, 2016). El momento óptimo para cortar la alfalfa se encuentra en el 10 por ciento de floración, esto se debe a que la acumulación de materia seca (MS) es mayor en etapas vegetativas tempranas, se atenúa en el inicio de la floración y decrece a partir de la formación de frutos. En otras palabras, conforme avanza la madurez, aumenta el rendimiento, pero baja la calidad del forraje (Timoteo, S. 2011).

Las etapas tempranas de crecimiento se caracterizan por la formación activa de hojas y tallos finos, etapas intermedias poca materia seca (MS) a la existente, ya que es una etapa en la que se forman tejidos. En las etapas finales se puede observar una mayor pérdida de materia seca (MS) por caída de hojas, lixiviación y translocación de raíz (Gallarino, 2009).



**Figura 61. Heno.**

Luego del corte la tasa de fotosíntesis disminuye bruscamente, pero el proceso de respiración celular disminuye mucho más lento, siendo casi constante hasta que el forraje alcanza entre 40 y 50 por ciento de humedad. A partir de este punto la respiración disminuye abruptamente hasta llegar a una humedad de 20 a 30 por ciento. En el proceso de respiración se pierden los hidratos de carbono de mayor calidad, es decir, los más digeribles por el animal. De lo mencionado, surge

claramente la importancia de lograr un secado lo más rápido posible. Las pérdidas por este proceso pueden variar desde un 3 por ciento con buenas condiciones de secado hasta un 20 por ciento con condiciones de alta humedad o lluvias (Bobadilla, 2003). Otra causa de pérdida de materia seca (MS) es por las lluvias, debido a que la alfalfa es susceptible al lavado de nutrientes hidrosolubles por efecto de las lluvias durante el proceso de secado. La calidad se ve afectada ya que los componentes lixiviados son carbohidratos no estructurales y proteínas solubles. En otras palabras es importante mencionar que el heno debe secarse lo más rápido posible, ya que las pérdidas por humedad son proporcionales a la velocidad en la que alcanzamos una humedad óptima de 20 a 25 por ciento para un henificado de excelente calidad.

### **2.1. Factores que determinan la buena calidad del heno.**

Existen tres factores que determinan la producción de heno de calidad, estos factores son; contenido de hojas, especie forrajera y condiciones climáticas. La concentración de materia digestible y la proporción de hojas disminuyen al ir madurando el forraje, por lo tanto el contenido de hojas está relacionado con el contenido de materia digestible del heno (Flórez & Malpartida, 1987).

El tipo de especie forrajera también es determinante debido a que las leguminosas forrajeras tienen un mayor contenido en proteínas, caroteno, calcio y fósforo que las poaceas forrajeras, es evidente que el heno preparado con leguminosas sea superior al que se hace únicamente de poaceas (Flórez & Malpartida, 1987).

Las condiciones climáticas favorables nos aseguran un “curado rápido”, este procedimiento evita la pérdida de proteínas e hidratos de carbono y, siendo el contenido de humedad un factor decisivo para la obtención de heno de calidad (Flórez & Malpartida, 1987).

### **2.2. Operación a seguir en el proceso de henificación.**

#### **Corte**

Usar cortadoras o segadoras en el momento en que el material tenga su mayor contenido nutricional (Sistemas artesanales) Cortar el pasto en las primeras horas de la mañana Tres a seis

horas de exposición al sol es suficiente para que la humedad de los tejidos alcance el contenido de humedad adecuado.

### **Enfardado**

Se puede hacer con enfardadoras que recogen el material en hileras o manualmente con cajas fabricadas de madera.

Equipos de henificación: Cosechadoras, cortadoras, rastrillos, enfardadoras convencionales, enfardadoras grandes de pacas redondas, etc. peletizadoras (Estrella, Angleton y Climacuna).

### **Almacenamiento**

- El heno de buena calidad requiere un buen sistema de almacenamiento.
- Zonas áridas, pacas a la intemperie.
- Un cobertizo con techo rustico y sin paredes laterales es lo más utilizado.
- Las pacas redondas se pueden dejar en el campo sin protección.

### **Combustión espontánea**

El heno húmedo se calienta y genera calor y puede producir combustión espontánea (temperaturas por encima de 60 °C). Las señales son fuerte olor a quemado y vapor visible.

## BIBLIOGRAFÍA

AAFCO (Association of American Feed Control Officials). 2000. 2000 Official Publication, Association of American Feed Control Inc. West Lafayette, IN 47971 USA, 444p. <http://www.aafco.org>

Albornoz M, M.; Romero L, J.V. 2004.- Utilización de la harina de Guandul (*Cajanus cajan* Linneo) para incrementar el aporte proteico en la elaboración de pastas alimenticias. Tesis, Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería de Alimentos, Bogotá D.C.

Álvarez, P. 2013. Evaluación cuantitativa de diez variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.). Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Tesis. Montecillo, Texcoco - México. 79 pp.

Amigone, Miguel A.; Chiacchiera, S.; Bertram, N.; Kloster, Andrés; Conde, María B.; Masiero, Beatriz, 2008, "Efecto de la fertilización sobre la producción de biomasa en raigras anual (*Lolium multiflorum* Lam.)", INTA, Argentina.

Andia, W. Y Argote, G. 2006. Guía práctica pastos cultivados. Instalación producción y manejo. REDESA- INIA PUNO.

Azabache, L. 1991. Acidez del suelo y encalado. UNCP. Huancayo.

Baca, B. E., Urzua, L. S., & Ruiz, P. A. (2000). Fijación biológica de Nitrógeno. Elementos: Ciencia y cultura, 7 (083), 43-49.

Baglietto, S. 2008. Comparativo de rendimiento de 6 hileras y de 2 hileras en dos densidades de siembra en La Molina. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Lima (Perú).

Baloyi, Joseph & Ngongoni, N & Topps, J & Acamovic, T &, Humphrey. (2001). Condensed Tannin and Saponin Content of *Vigna unguiculata* (L.) Hamudikuwanda Walp, *Desmodium uncinatum*, *Stylosanthes guianensis* and *Stylosanthes scabra* Grown in Zimbabwe. Tropical animal health and production. 33. 57-66.

Basigalup, D. 2007. El cultivo de la alfalfa en Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA, Buenos Aires, Argentina. 479 pp.

Becerra, C. 2003. Productividad de cuatro cultivares y tres líneas de alfalfa (*Medicago sativa* L) en un andisol de la región de la Araucanía. Universidad de La Frontera. Tesis. Temuco- Chile. 79pp.

Beltrán, S.I., A.G. Hernández, E.M. García, P.J. Pérez, J.S. Kohashi, J.G. Herrera, A.R. Quero y S.S. González. 2005. Efecto de la altura y frecuencia de corte en el crecimiento y rendimiento del pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*) en un invernadero. *Agrociencia* 39(2):137-147.

Bernal, Gustavo Suarez, Alfonso Pérez, Mauricio Campana, Diego, 2004. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito (Ecuador). Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Protección Vegetal, Inoculación de la semilla de leguminosas con la bacteria \ Rhizobium 401

Berrada H, Fikri-Benbrahim K. 2014. Taxonomy of the rhizobia: current perspectives. *Br. Microbiol. Res. J.* 4:616–639. 10.9734/ BMRJ/ 2014/5635.

Bethancourt, H.; García L. 2009. Identificación e inoculación de bacterias, uso de aditivos y su efecto en parámetros de calidad del ensilaje. Tesis de Maestría en Biotecnología. Universidad ISA, Santiago, DO.

Bobadilla, S. 2003. Producción de heno de alfalfa [en línea] [http:// www. Producción animal. com.ar / produccion\\_y\\_manejo \\_reservas/reservas\\_henos/29-heno\\_de\\_alfalfa.pdf](http://www.Produccion animal.com.ar / produccion_y_manejo _reservas/reservas_henos/29-heno_de_alfalfa.pdf). [Consulta: 22 agosto de 2017].

Bohn, H; McNeal, B y O'Connor, G. 1993. Química del suelo, 1. ed. Editorial limusa. México. 356 pág.

Bojórquez CL, Rojas JD, Ordóñez JH. 2015. Pastos cultivados en el valle del Mantaro. Lima: Fondo Editorial UNMSM. 147 p.

Boon, E.J.M.C., P.C. Struik, F.M. Engels y J.W. Cone (2012). Stem characteristics of two-forage maize (*Zea mays* L.) cultivars vary-ing in whole plant digestibility. IV. Changes during the growing season in anatomy and chemical composition in relation to fermentation characteristics of a lower internode. *NJAS - Wagenin-gen Journal of Life Sciences* 59: 13-23.

Bouton, J. 2001. Alfalfa. In: Gomide JA, Mattos WRS, da Silva SC (eds) Proc. XIX International Grassland Congress, Sao Pedro, Sao Paulo Brazil. 11–21(February 2001). FEALQ, Piracicaba SP Brazil, 545-547.

Brink, G. Y Pederson, G.E. 1993. White clover response to grazing method. *Agronomy Journal* 85: 791-794.

Bustamante, J; Allés, A; Espadas, M. & Muñoz, J. 1997. Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias. Información técnica. Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias de Mahón. N32, Abril. España.

Calderero, C. (2011). Viabilidad de 4 densidades de siembra de los pastos janeiro (*Eryochloa polystachya*) y pasto dulce (*Brachiaria humidicola*) para la producción bovina en zonas inundables de la parroquia La Victoria cantón Salitre. Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/588/1/tesis%20de%20grado%20Carmen.pdf>

Calsamiglia, A., Ferret, A. & Bach, A. 2016. Tablas FEDNA de valor nutritivo de Forrajes y Subproductos fibrosos húmedos. Fundación para el Desarrollo de la Nutrición Animal. 2ª ed. Madrid, 93 pp.

Candia, G (2011). Producción de *Festuca arundinacea* Schreb sembrada sola y en mezcla con *Lolium perenne* L., en un andisol de la región de la Araucanía. Tesis. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile.

Cano, A., La Torre, M.I. & Tovar, O. 2000. Las Poáceas del Parque Nacional Yanachaga - Chemillen (Oxapampa, Perú). Parte II, Pooideae, Centothecoidae, Arundinoide, Cloridoidae y Panicoidae. *Revista Peruana de Biología*, 11: 51-70.

Carambula, M. 1977. Producción de semillas de plantas forrajeras. Editorial Hemisferio sur. Montevideo, Uruguay. 518p.

CARE Ancash-Perú. 2011. Cultivando pastos asociados: sistematización de la experiencia. Proyecto de Cadenas Productivas Alli Allpa. Lima: Fondo Minero Antamina. 35 p.

Carrete, J., Scheneiter, O., Colabianchi B. & Amendola, C. 2006. Utilización de pasturas de alfalfa - *Festuca alta* con dos sistemas de pastoreo. Carga animal y producción de carne. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 35 (3): 19-28.

Castellos, A.; 2010. Pasto Stylo ó alfalfa brasileña (*Stylosanthes guianensis*): Una alternativa.

Cedano, J. 2006.-Guía técnica cultivo del Guandul. Editorial CEDAF Santo Domingo, República Dominicana.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova,” sv). 2007. (Guía Técnica) del Sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). La Libertad El Salvador, 38 p.

Clavijo, E. & Cadena, P. 2011. Producción y calidad nutricional de la alfalfa (*Medicago sativa*) sembrada en dos ambientes diferentes y cosechada en distintos estadios fenológicos. Universidad de la Salle. Tesis. Bogotá, Colombia. 35 pp.

Congreso de producción e industria animal (2005, Maracaibo, Venezuela). 2005. Estrategias de alimentación con pastos y cultivos forrajeros: memorias .Maracaibo, AVPA-INIA-UCV.

Contreras M., C. 2012. Digestibilidad y energía digestible de cinco leguminosas forrajeras tropicales y uso de la harina de maní forrajero (*Arachis pinto* L.) en la alimentación de cuyes. Lima, Perú. Páginas: 4 – 5.

Cook, bg; Pengelly, BC; Bornw, SD; Donnelly, JL; Águilard, DA; Franco, MA; Hason, J.; Mullen, BF; Perdiz, IJ; Petrers, M.; Schultze-Kratf, R., 2005. Forrajes tropicales. CSIRO, DPI & F (Qld), CIAT e ILRI, Brisbane, Australia.

Cooprinsem, 2018. Especies y variedades forrajeras, Catalogo 2017-2018.

Coronado, M. 1997. Efecto comparativo de tres enmiendas orgánicas; estiércol, compost y humus de lombriz en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) variedad Yanamuclo. Lima (Perú).

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). 1996. Pasturas Tropicales. Memorias de curso. 198 p.

Correa, R. & Salgado, D. 2013. Manejo del pastoreo en alfalfa. Revista de divulgación técnica, agrícola y agroindustrial 39: 5p.

Cuibin Y, R. 2011. Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la harina de kudzu (*Pueraria phaseoloides*) en el cuy (*Cavia porcellus*). Lima, Perú. Páginas: 10 – 11.

D'attellis, R. 2005. Alfalfa (*Medicago sativa* L.): Producción de semilla-Tinogasta, Catamarca. Dirección Provincial de Programación del Desarrollo. Ministerio de Producción y Desarrollo Gobierno de la Provincia de Catamarca. 47 pp.

Delgadillo, J; Meneses, R; Waaijenberg, H; Piérola, L. 1996. Leguminosas en la agricultura boliviana: revisión de información. Proyecto Rhizobiología Bolivia. Cochabamba, 434 p.

Demin, P. & Aguilera, J. 2012. Efecto del régimen de riego en el rendimiento de alfalfa para corte en el Valle Central de Catamarca, Argentina. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo 44(1): 173-181.

Doggett, H. Sorghum. 2nd edition. Longman Scientific and Technical, London. 512 p. 1998.

DRSAU (2019). Oficina de Información Agraria. Pucallpa, Ucayali.

Duke, j. A., Reed, C. F. y Weder, J. K. P. 1981. *Mucuna ssp.* In: handbook of legumes of world economic importance. U. a. Duke, editor). Plenum press. New york, p 170-173.

ECOCROP. 2007. Data sheet *Zea mays*. Disponible en [http:// ecocrop.fao.org/ ecocrop/ srv/en/ cropView?id=2175](http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropView?id=2175)

Ecured, (2015). Maní forrajero. Consultado el 12 de febrero 2017 de: [http:// www.ecured.cu/Man%C3%AD\\_forrajero](http://www.ecured.cu/Man%C3%AD_forrajero).

Ellis, R; Foster, B; Handley, L; Gordon, D; Russell, J. & Powell, W. 2000. Wild barley: a source of genes for crop improvement in the 21st century? Journal of Experimental Botany, 51, 9-17.

Erman, M., Demir, S., Ocak, E., Tüfenkçi, Ş., Oğuz, F., & Akköprü, A. (2011). Effects of Rhizobium, arbuscular mycorrhiza and whey applications on some properties in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under irrigated and rainfed conditions 1-Yield, yield components, nodulation and AMF colonization. Field Crops Research, 122(1), 14–24. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.02.002>

Espinoza, C. & Ramos, G. 2001. El cultivo de alfalfa y su tecnología de manejo. Folleto para productores. No. 22. Fundación Produce de Aguascalientes-INIFAP.

Evers, A. & Kent, N. 1994. Kent's Technology of Cereals: An introduction for Students of Food Science and Agriculture. El sevier. 4th Edition. Great Britain. Pp. 93.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 2015. Poaceas de corte. Recuperado en: <http://www.fao.org/docrep/pdf/010/a1564s/a1564s04.pdf>

FAO, 2014. Índice de pastizales. Un catálogo de leguminosas forrajeras y forrajeras. FAO, Roma, Italia.

FAO (Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura) 2007. Maní Forrajero (*Arachis pintoii*) una alternativa para el sostenimiento de la ganadería en Panamá.

FEDNA, 2016. Introducción a los forrajes. [En línea] [http:// www.fundacionfedna.org/ forrajes/ introducci%C3%B3n](http://www.fundacionfedna.org/forrajes/introducci%C3%B3n) [consulta: 24 agosto de 2017].

Fernández, J.; Benítez, D.; Gómez, I.; de Souza, A. y Espinoza, R. 2004. Rendimiento de materia seca y contenido de proteína bruta del pasto *Panicum maximum* vc. Likoni en un suelo vertisol de la provincia de Granma, Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, Tomo 38 (4).

Filipi, R. (2011). Conceptos básicos en la elaboración de ensilajes. Universidad de la Frontera. Chile. P.1-9.5

Florez, A. Y Malpartida, E. 1987. Manejo de praderas nativas y pasturas en la región altoandina del Perú. Pag 615-618. Editorial “ABRIL S.A Editoriales e impresiones”

Font Quer, P. (1985) Diccionario de Botánica. 9na reimpresión, 1ra ed. Barcelona: Editorial Labor, 1244 pp.

Forero B, A. 2002. Pastos y forrajes. En: Manual agropecuario, tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Biblioteca del campo. Fundación hogares juveniles campesinos. Editorial Lexus. Bogotá, Colombia. Páginas: 867 – 870.

Fuentes, J.; Cruz, A.; Castro, L.; Gloria, G.; Rodríguez, S.; Ortiz, B. 2000. Evaluación de variedades e híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para ensilado. En prensa en *Agronomía Mesoamericana*.

Gallarino, H. 2009. Heno de alfalfa, conceptos generales de manejo. [http:// www.infortambo.com/admin/upload/arch/Manejo%20del%20heno%20de%20alfalfa%20-%20H%20Gallarino.pdf](http://www.infortambo.com/admin/upload/arch/Manejo%20del%20heno%20de%20alfalfa%20-%20H%20Gallarino.pdf) [consulta: 25 agosto de 2017]

García, C.; Martínez, R.; Tuero, R.; Cruz, A. 2008. Evaluación agronómica de Guinea Mombaza (*Panicum maximum* Jacq) en un suelo ferralítico rojo típico de la provincia La Habana, Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, Tomo 42 (2).

Geilfus, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor. Manual de agroforestía para el desarrollo rural. Vol. 1. Principios y Técnicas. 657 p. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). PROSEFOR, 7170-137, CATIE, Turrialba, Costa Rica. OBSERVACIONES AGRONOMICAS AGROCLIMATOLOGIA. ABRIL 2013 M. C. José G. Lorenzana S.

GENTOS. 1999. Avances. Buenos Aires. En: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)  
[www.produccionbovina.com](http://www.produccionbovina.com)

Giraldez, J. V., Orive, R., Temprano, F., Maroto, J. V., Guerrero, A., Jimenez-Diaz, R. M., Moreno, M. T. (1983). Leguminosas de Grano. Madrid: Mundi-Prensa.

Giraldo, L.M.; Lizcano, L.J.; Gijsman, A.J.; Rivera, B. & Franco, L.H. 1998. Adaptación del modelo DSSAT para simular la producción de *Brachiaria decumbens*. Pasturas Tropicales. 20 (2):2.

Giuliano F, Allard J.; 2001. Dopamine and male sexual function. Eur urol.

Gomero, O. 1999. Manejo ecológico de suelos; conceptos, experiencias y técnica. Lima, Perú.

Gonzales, A. 1993. International maize and wheat improvement center report. California, p 1-8.

González, C. y Soto, E. 2005. Manual de ganadería doble propósito. 1 ed. Maracaibo, pag 37.

Gresshoff, P. M., Hayashi, S., Biswas, B., Mirzaei, S., Indrasumunar, A., Reid, D., Ferguson, B. J. (2015). The value of biodiversity in legume symbiotic nitrogen fixation and nodulation for biofuel and food production. Journal of Plant Physiology, 172, 128–136.  
<https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.05.013>

Gualdron, R. 1991. Establecimiento de Pasturas en Suelos Ácidos Tropicales. Programa de Pastos Tropicales, sección de suelos y reciclaje de nutrimentos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 13 p.

Guevara, H. 2000. Valor nutritivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) con diferentes estados fenológicos en ovinos. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Tesis. Riobamba-Chimborazo, Ecuador. 90 pp.

Hernández, A., Martínez, P., Zaragoza, J., Vaquera, Osnaya, F., Joaquin, B. & Velazco, M. 2012. Caracterización del rendimiento de forraje de una pradera de alfalfa-ovillo al variar la frecuencia e intensidad del pastoreo. Rev. Fitotec. Mex. 35 (3): 259-266.

Herrera, G.M., Cabezas, C.R., Barcia, G.M., Toaquiza, F.I. 2009.- Harina de especies arbustivas forrajeras en la producción de huevos de gallinas de campo (mestizas). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador. Plegable No. 42.

Hillocks, R.J., Minja, E., Nahdy, M.S., Subrahmanyam, P., 2000.- Diseases and pests of pigeon pea in eastern Africa. *International Journal of Pest Management*, 46(1): 7-18.

Holechek, J., Pieper, R., Herbel, C. (2011). *Range Management, Principles and Practices*. 6th edition. New Jersey: Prentice Hall.

Holgado, f. (2011). El criollísimo, maní forrajero. Proyecto Lechero INTA Leales, Tucumán. Consultado el 12 de febrero 2017 de: [http:// www.produccionanimal.com.ar/ produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_megatermicas/175-mani\\_forraj.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/175-mani_forraj.pdf).

Huaman, R. 2001. Tesis: Adopción de la cebada variedad UNA-80, en el departamento de Huancavelica. Lima (Perú).

Huarcaya, C. 1990. Evaluación de la calidad maltera de 3 variedades de cebada (*Hordeum vulgare*) procedentes de diferentes zonas del Perú.

Husson, O. Charpentier, H.; Razanamparany, C.; Moussa, N.; Michellon, R.; Naudin, K.; Razafintsalama, H.; Rakotoarinivo, C.; Rakotondramanana; SEGUY, L., 2008. *Stylosanthes guianensis*. MANUEL pratique du semis direct à Madagascar, volumen III. Fiches técnicas plantes de acoplamiento: Légumineuses pérennes.

INIA 2006. Avena INIA 902-Africana. Estación experimental Agraria. Puno.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2012. IV Censo Nacional Agropecuario: Resultados Definitivos. Lima, Perú: INEI-Ministerio de Agricultura y Riego. 62 p.

INTA, (2014). INTA (Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias). 2014. Pastos de corte. Recuperado en: [http:// www.inta.gob.ni/ biblioteca/ images /pdf/ plegables/ Brochure %20Pasto %20de%20Corte% 202014.pdf](http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/plegables/Brochure%20Pasto%20de%20Corte%202014.pdf)

Censo Nacional Agropecuario – 2012.

Jahn, E, Vidal, A. & Soto, P. 2000. Sistema de producción de leche asado en alfalfa (*Medicago sativa*) y maíz (*Zea mays*) para la zona centro sur. II Consumo y calidad del forraje. *Agricultura Técnica* 60 (2): 99-111.

Jahn, E., Vidal, A., Baez, F, Soto, P. & Arredondo, S. 2002. Utilización de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en tres estados de madurez y dos residuos con vacas en lactancia a pastoreo. *Agricultura Técnica* 62 (1): 99-109.

- Jaleel. CA: Maniv Annan. P; Kishorekumar, A; Sankar, B; Gopi, R; Komasundaram. R. & PANNEERSEL V AM. R. 2007. Alterations in osmoregulation, antioxidant enzymes and indole alkaloid levels in *Catharanthus roseus* exposed to water deficit, Colloids Surf. B: Biointerfaces, 59: 150-151.
- Jaramillo, A. 2002. Distribución y Métodos de Propagación de Capotillo *Anthurium giganteum* Engl. En los Bosques de la Parroquia Molleturo, Provincia del Azuay. Tesis de grado. Carrera de Ingeniería Forestal. UNL. Loja-EC.pag.52.
- Jensen, W.A. & Salisbury, F.B. 1988. Botánica. México. McGraw Hill, 254 p.
- Jolalpa, J., Espinosa, José., Cuevas, V., Moctezuma, L. & Romero, F. 2009. Necesidades de investigación en la cadena productiva de alfalfa (*Medicago sativa* L) en el Estado de Hidalgo. Revista Mexicana de Agronegocios 13(25): 104-115.
- Jordan, D.C. (1984). Family III. Rhizobiaceae, Conn. 1 938. 321. AL In: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Vol. 1. Ed. by N.R Krieg and J. G. Holt. William's and Wilkins, Baltimore.
- Judd, W. S., Campbell, C. S. Kellogg, E. A. Stevens, P.F. Donoghue, M. J. (2002), «Poaceae» Plant systematics: a phylogenetic approach, Sinauer Axxoc, 287-292. ISBN 0-87893-403-0.
- Khoutsavang, B.; Bouahom, B.; Ogle, B., 2005. Efecto de los foliages frescos de *Stylosanthes guianensis* (CIAT 184) y yuca (*Manihot esculenta Crantz*), alimentados por separado o en una mezcla, sobre la ingesta de piensos y nutrientes y el rendimiento de crecimiento de los cerdos. Parte de la tesis doctoral, Mekarn.
- Lampkin, N. (2001). Agricultura Ecológica. Madrid: Mundi-Prensa.
- Lemus, R., Mendoza, A., Rodríguez, G., Yabuta, A. & Marín, M. 2013. Patrón de defoliación de alfalfa por bovinos lecheros en pastoreo con asignación al doble de sus requerimientos de M.S. y con tres niveles de franjeo. UNAM. México. Disponible en [http:// www.engormix.com /MA-ganaderialeche/forrajes-pasturas/articulos/amenapatron-defoliacion-alfalfa-t4753/089-p0.htm](http://www.engormix.com/MA-ganaderialeche/forrajes-pasturas/articulos/amenapatron-defoliacion-alfalfa-t4753/089-p0.htm). Accesado en 02/02/2016.
- Lobo, M. y Díaz, O. 2001. Manual de Agrostología. EUNED, San José, Costa Rica. 176p.
- Lodeiro, A., 2015. Interrogantes en la tecnología de la inoculación de semillas de soja con *Bradyrhizobium spp.* Revista Argentina de Microbiología, 47(3), p.261–273.

López, M., Bolívar, Á., Salas, M., & Gouveia, M. 2006a.- Conservationist practices and rotation with pigeon-pea as a sustainable alternative for the agroecosystems of savannahs of Guárico, Venezuela. *Revista Científica Agronomía Tropical*.56, (1): 75-109.

López, M., España, M., Cabrera, B.E. 2006b.- Study of nitrogenfixation by tropical legumes in acid soil from Venezuela savanna using <sup>15</sup>N. *Interciencia: Revista de ciencia y Tecnología de América*. Caracas, Venezuela. 31, (3):197-201.

Lotero, J. 1996. Establecimiento de Praderas. En *Memoria de Curso: Pasturas Tropicales*, CORPOICA. Medellín – Colombia. 198 p.

Lowe, S., M. Browne, S. Boudjelas & M. de Poorter (2004) 100 of the World's Worst Invasive Alien Species. A selection from the Global Invasive Species Database. Invasive Species Specialist Group, Species Survival Commission, IUCN. Auckland.

Lucas, J.M. 2003. Intervalo entre cortes em capim Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. marandu): Producto, valor nutritivo e perdas asociadas a fermentação da silagem. Universidade de Sao Paulo, Piracicaba, Brasil. 138 p.

Magalhaes, LJ; Carneiro, J. d. C.; Campos, DS; Mauricio, RM; Alvim, MJ; Xavier, DF, 2003. Composición química, digestibilidad y frió del nitrógeno y carbohidratos de algas. *Pasturas Tropicales*, 25 (1): 33-37.

Manrique, A. 1997. El maíz en el Perú. Consejo nacional de ciencia y tecnología (CONCYTEC). Lima, Perú. 362 p.

Manyam Bv, Dhanasekaran M, Hare Ta; 2004. Effect of antiparkinson drug hp-200 (*Mucuna pruriens*) on the central monoaminergic neurotransmitters. 2004. *Phytother res* 18:97-101. Doi: 10.1002/ptr.1407 manyam bv, dhanasekaran m, hare ta. Neuroprotective effects of the antiparkinson drug *Mucuna pruriens*. *Phytother Res*.

Márquez, F., Sánchez, J., Urbano, D., Dávila, C. (2007). Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). Rendimiento y contenido de proteína. *Zootecnia Tropical* 25(4): 253-259.

Martínez, J., Leonte, L., Castellano, G., & Higuera, A. 2003.- Evaluación de 25 líneas de quinchoncho *Cajanus cajan* (L.) Mil sp con fines de selección para uso como leguminosa arbustiva forrajera. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 13, (3):173-181.

- Melgar, R., 2006, "Fertilización de Rye Grass", "Biblioteca de Fertilidad y Fertilizantes".
- Mendoza, P. 2008. Dinámica de crecimiento y rendimiento de alfalfa en respuesta a diferente frecuencia de corte. Colegio de postgraduados. Tesis. Montecillo- Texcoco, México. 103 pp.
- Mendoza, P., Hernández, G., Pérez, P., Quero, C., Escalante, E., Zaragoza, R. & Ramírez, R. 2010. Respuesta productiva de la alfalfa a diferentes frecuencias de corte. Revista Mexicana de Ciencia Pecuaria 1 (3): 287-296.
- MINAGRI. 2019. Serie estadística regional para el cultivo de maíz chala de los años 2015 al 2017. Disponible en [http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta\\_cult](http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult)
- Montemayor, J., Aguirre. H., Olague, J., Román, A., Rivera, M., 2010. Uso del agua en la alfalfa (*Medicago sativa*) con riego por goteo subsuperficial. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 1 (2): 145-156.
- MORENO, F y MOLINA, D. 2007. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA) en la Producción de Ganado de Doble Propósito Bajo Confinamiento, con Caña Panelera como Parte de la Dieta. FAO-CORPOICA, Medellín. 142 p.
- Morilla, 2006. El encalado en la regulación del pH, España.85p.
- Mula, M.G., Saxena, K.B. 2010.-Lifting the Level of Awareness on Pigeon Pea - a Global Perspective. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics - ICRISAT, Science with a human face. p. 457.
- Muslera, E., Ratera, C. 1984. Pradera y Forrajes. Mundi Prensa Libros S.A.
- Muslera, E; Ratera, C. 1991. Praderas y forrajes. Producción y aprovechamiento. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid. 674 p.
- Naranjo, G.M., Suárez, D., Pérez. 2007.- Caracterización morfológica y nutricional de siete accesiones de *Cajanus cajan* L. de la colección del INIA Maracay.
- Nicol, A., Brookes, I. (2007). "The metabolisable energy requirements of grazing livestock". In: Rattray, P.V., Brookes, I.M and Nicol, A.M. Pasture and supplements for grazing animals (pp. 151-172). Hamilton, New Zeland.

- Odorizzi AS. 2015. Parámetros genéticos, rendimiento y calidad forrajera en alfalfas (*Medicago sativa* L) extremadamente sin reposo con expresión variable del carácter multifo-liolado obtenidas por selección fenotípica recurrente. Tesis Doctoral. Argentina: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. 150 p.
- Olivares, J. (2007). Nitrógeno y cambio climático. El País. (9/5/2007)
- Ordoñez J, Bojórquez C. 2004. Establecimiento del *Lolium multiflorum* con cinco densidades sobre pasturas degradadas como una alternativa a la siembra de cultivos agrícolas. Rev Inv Vet Perú 15: 87-91. doi:10.15381/rivep.v15i2.1569
- Ortas, L. 2008. Cultivo del maíz: fisiología y aspectos generales.
- Ortmann J, Roath LR, Bartlet T. Glossary of Range Management Terms. Natural Resources Series Nº 6.105. Colorado State University Cooperative Extension. 2001; 5 pp.
- Pagliaricci, H. & saroff, C. 2008. FORRAJES: Morfofisiología de plantas forrajeras. Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina. 10 pp.
- Pal, D., Mishra, P., Sachan, N. And Ghosh A.K. 2011.- Biological activities and medicinal properties of *Cajanus cajan* (L) Mill sp. Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research, Oct-Dec.; 2(4): 207-214.
- Paladines, O. (2011). Metodología de pastizales. PROFOGAN, MAG, GTZ. Serie metodológica, Manual N°1, Pastos y Forrajes.
- Paliwal, R. L. 2001. d. Origen, evolución y difusión del maíz. El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal, 28, 5-9.
- Parbery, D.G. 1967. Studies on graminicolous species of Phyllachora Nke in Fckl. V. A taxonomic monograph. Australian Journal of Botany. 15(2):271-375.
- Paredes, M. 2013. Fijación biológica de nitrógeno en leguminosas y poaceas. Pontificia Universidad Católica de Argentina. Tesis. Argentina. 114pp.
- Passoni, F.; Rosemberg, M. y Flores Mere, A. 1992. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Satipo, Perú. *Pasturas Tropicales* 14(1):32-34.

Pedroza Sandoval, A., Ríos Flores, J., Torres Moreno, M., 2014. Eficiencia del agua de riego en la producción de maíz forrajero (*Zea mays* L.) y alfalfa (*Medicago sativa*): impacto social y económico. Terra Latinoamericana 32(3): 231-239.

Pen, M.; Salvaje, DB; Nolan, JV; Seng, M., 2013. Efecto de la suplementación de *Stylosanthes guianensis* sobre la ingesta y el metabolismo del nitrógeno del ganado *Bos indicus* ofreció una dieta basal de paja de arroz mixta y pasto tropical. Anim Pinchar. Sci., 53: 453-457.

Pérez, A., Saucedo. O., Iglesias. J., Wencomo. H.B., Reyes. F., Oquendo. G. Milián. I. 2010. Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Pastos y Forrajes. 33; 1.

Pérez, B., Hernández, G., Pérez, P. & Herrera, H. 2002. Respuesta productiva y dinámica del rebrote del pasto ballico perenne a diferentes alturas de corte. Téc. Pecu. México. 40(3): 251-263.

Pérez, J.C., Osorio, N.W., Lotero, C.J. 2002.- Tolerancia de cinco leguminosas al Aluminio en solución nutritiva. Revista Facultad Agronomía Universidad Nacional sede Medellín. 56, (1): 1805-1811.

Pezzani, F. 2012. Biología y morfofisiología de plantas forrajeras. Ecología – U.S. Ambientales. 34 pp.

Príncipe, O. (2008). Manual de Producción de Pastos en Sierra. Centro de Estudios para el Desarrollo y la Participación. Proyecto: “Fortalecimiento de la Cadena Productiva de Leche del Distrito De Cusca, Provincia de Corongo”. Perú.

Querné, A., Battie-laclau, P., Dufour, L., Wery, J., & Dupraz, C. (2017). Effects of walnut trees on biological nitrogen fixation and yield of intercropped alfalfa in a Mediterranean agroforestry system. European Journal of Agronomy, 84, 35–46. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.12.001>

Quiroga, H. 2013. Tasa de acumulación de materia seca de alfalfa en respuesta a variables climatológicas. Revista mexicana de ciencias agrícolas 4 (4): 503-516.

Ramírez, O.; Hernández, A.; Carneiro da Silva, S.; Pérez, J.; Enríquez, J.; Quero, A.; Herrera, J. y Cervantes, A. 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto

Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. *Técnica Pecuaria en México* 47(2):203-213.

Rebora, C., Barros, A., Ibarguren, L., Bertona, A., Antonini, C. & Arenas, F. 2015. Efecto del grado de reposo invernal de alfalfa (*Medicago sativa* L.) sobre el rendimiento de heno en el oasis norte de Mendoza. *Rev. FCA UNCUYO* 47 (2): 43-51.

Rebuffo, 2000. Adopción de variedades en Uruguay En: REBUFFO, M., RISSO, D., RESTAINO, E. (eds.) Tecnología en alfalfa, Boletín de divulgación INIA 69, Montevideo- Uruguay. 5-16.

Rebuffo, M. 2005. ALFALFA: Principios de manejo del pastoreo. *Revista INIA* 5: 9pp.

Reynoso, O.; Garay, A.; Da Silvac, S.; Pérez, J.; Quiroz, J.; Carrilloe, A.; Haro, G. y Núñez, A. 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. *Téc Pecu Méx* 47(2):203-213. Recuperado de: <file:///C:/Users/of%20Investig/Downloads/art7.pdf>

Rincón, A., Ligarreto, G., & Garay, E. 2008. Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens* cv. Amargo y *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del Piedemonte Llanero Colombiano. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín* 61(1): 4336-4346.

Ríos, J., Ruiz, J., Torres, M. & Martínez, Y. 2011. Productividad física y económica del metro cúbico de agua de riego por bombeo en el cultivo de alfalfa forrajera (*Medicago sativa*) en la Comarca Lagunera, México, de 1990 a 2009. Nivel de agregación: ambos tipos de tenencia del suelo, Ejido y Pequeña Propiedad. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* 10: 1-10.

Rivas, J., López, C., Hernández, G., & Pérez, J. 2005. Efecto de tres regímenes de cosecha en el comportamiento productivo de cinco variedades comerciales de alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Téc Pecu Méx* 43 (1): 79-92.

Robinson D, Scheneiter O y Melgar R. 2016. Fertilización y Utilización de Nutrientes en Campos Forrajeros de Corte. (en línea). Consultado el 09/09/2017.

Robledo, L.C. 2010. - Gandul *Cajanus cajan* (L.) Mill. Leguminosea. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía, área tecnológica de pastos y forrajes. <http://es.scribd.com/doc/31118870/Cajanus-cajan-Gandul>. Recuperado en: 04/03/2014.

Rojas, G. 2011. Dinámica de crecimiento y rendimiento de forraje de diez variedades de alfalfa. Colegio de postgraduados. Tesis. Montecilo, Texcoco, México. 70 pp.

Ruiz Cerda, E., Aldaco Nuncio, R., Montemayor Trejo, J., Fortis Hernández, M., Olague Ramírez, J., Villagómez Gamboa, J., 2007, "Aprovechamiento y mejoramiento de un suelo salino mediante el cultivo de pastos forrajeros", Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Técnica Pecuaria, vol. 45, número 001, pag., 19-24, México.

Sagarpa. (2011). Ajuste de carga animal en tierras de pastoreo. Folleto técnico, 4. México: Unidad Técnica Especializada Pecuaria.

San Miguel, A. 2012. Pascicultura y Sistemas Agroforestales. Tema 1: Terminología.

Sánchez, J. 2005. Rendimiento y calidad de la alfalfa mediante la aplicación de fósforo y riego por goteo subsuperficial. Universidad Autónoma Agraria. Tesis. Torreón, Coahuila, México. 81pp.

Sánchez, MA., 1994. Cultivo del Sorgo Granífero (En línea) Consultado 27 de ene. 2012. Disponible en [www.monografias.com/trabajos/sorgo/sorgo](http://www.monografias.com/trabajos/sorgo/sorgo)

Saucedo, O.M. Empleo del sorgo en la alimentación animal y humana. Taller Nacional sobre empleo del sorgo. Universidad Central de Las Villas. Villa Clara, Cuba. 2008

Schmidt, A. y Schultze-Kraft, R. 2001. *Desmodium ovalifolium* - a review. Trop. Grassl. (Sometido para publicación).

SEEP. 2001. Nomenclátor básico de pastos en España. Pastos; Revista de la Sociedad Española para el estudio de los pastos, vol. XXXI.

Simon, B.K., Clayton, W.D., Harman, K.T., Vorontsova, M., Brake, I., Healy, D. & Alfonso, Y. 2011. GrassWorld. Consultado el 20 de febrero de 2013.

Simon, K. y Jacobs, S. W. 2003. *Megathyrsus*, a new generic name for *Panicum* subgenus *Megathyrsus*. Rev. Austrobaileya. The Catalogue of New World Grasses. Vol. 1. 6(3): 571-574p. Brisbane. Australia.

Simón, L. 2011. La tecnología de silvopastoreo. Folleto de AGRORED para la transferencia de tecnologías en ganadería vacuna. 2 ed. Cuba, pag 3-4.

Skerman P J. 1991. Tropical forage legumes. Edit by F. Riveros. Roma, FAO, 1991. Plant production and protection series. Páginas: 363 – 372.

Soriano, S. 2003. Importancia del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en el estado de Baja California Sur. Universidad Autónoma Agraria “ANTONIO NARRO”. Monografía. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 113pp.

Soto, O., Jahn, B., Velasco, H., & Arredondo, S. 2005. Especies Leguminosas Forrajeras para Cortes en Suelos Arcillosos de Mal Drenaje. Agricultura Técnica 65 (2): 157-164.

Soto, V y Aixa, M 2007.- Sincronización de florecida en *Cajanus cajan* (L.) Mill sp mediante el uso de biorreguladores. Tesis. University of Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico.

Stevens W.D.C., Ulloa U., Pool A., Montiel O.M. 2001.- Flora de Nicaragua. Missouri Botanical Garden Press. St. Louis, Missouri. Vol. 85, tomos I, II y III.

Suárez, C. (2016). Evaluación agronómica y nutricional del pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) a partir de diferentes biofertilizantes en la finca los robles de la fundación universitaria de Popayán. Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas. Cauca: Tesis de Maestría.

Suttie, J. M. 2003. Conservación de heno y paja: para pequeños productores y en condiciones pastoriles. Colección FAO. Roma. Pág. 71.

Tapia, M. & Fries, A. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima-Perú.

Teillier, S. 2000. Guía de Monocotiledóneas. Universidad Central de Santiago Chile. Facultad de Arquitectura. Escuela de Biologist (Lima). Vol. 6, Nº1, ene-jun 2008 Dávila, J. et al. 38 Ecología y Paisaje Disponible en <http://www.chlorischile.cl/cursoonline/guia11/monocot.htm> leído el 10 de diciembre del 2007.

Terrazas Aguirre Lucrecia. 2009, “Tiempo de Germinación de una Semilla”, “Pastos y Forrajes La Molina”

Thang, CM; Ledin, I.; Bertilsson, J., 2010. Efecto de la alimentación de la yuca y / o el follaje de *Stylosanthes* sobre el rendimiento del ganado de cría cruzado. Trop. Anim Health Prod., 42 (1): 1-11.

Timoteo, S. 2011. Ensilado de alfalfa. [http:// www. agribiotech.com.mx/ test/wpcontent uploads/ 2016/ 01/ Ensilaje-de-Alfalfa. pdf](http://www.agribiotech.com.mx/test/wpcontent/uploads/2016/01/Ensilaje-de-Alfalfa.pdf) [consultado: 25 agosto de 2017]

Tovar, O. 1993. Las gramíneas (Poaceae) del Perú. Madrid. Tomo I, Ed. Ruiz. 20 p.

Tropicalforages, (2015). *Arachis pintoi*. Consultado el 12 de febrero 2017 de: [http:// www.tropicalforages.info/Multiproposito /key/ Multiproposito/ Media/Html/ Arachis%20pintoi.htm](http://www.tropicalforages.info/Multiproposito/key/Multiproposito/Media/Html/Arachis%20pintoi.htm)

Tropseeds, (2015). Maní Pinto (*Arachis pintoi*). Consultado el 12 de febrero 2017 de: <http://www.tropseeds.com/es/arachis-pintoi/>.

Urbano Terron, P., 2002, "Fertilización Mineral", Fitotecnia ingeniería de la producción vegetal, 2ª Edición, Editorial Mendi, pag 139-201, Madrid España.

US Forest Service, 2014. *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw., Fabaceae. Pacific Island Ecosystems at Risk (PIER).

Valladares, C. 2010. Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano. Universidad Nacional Autónoma de Honduras centro universitario regional del litoral Atlántico (CURLA), departamento de producción vegetal asignatura cultivos de grano Sección 10(01).

Varshney, R.K, Chen W., LI Y., Bharti A.K., Saxena R.K., Schlueter J.A., Donoghue M.T.A., azam S., Fan G., Whaley A.M., Farmer A.D., Sheridan J. Iwata A., Tuteja R., Penmetsa R.V., Wu W., Upadhyaya H.D., Yang S.P., Shah T., Saxenak.B., Michael T., Mccombie W.R., Yang B., Zhang G., Yang H., 2012.- Draft genome sequence of pigeon-pea *Cajanus cajan* an orphan legume crop of resource-poor farmers. Nature Biotechnology 30, 83-89.

Velásquez Castellanos, Paulo, 2009, "Evaluación Morfoagronómica y Nutricional de cinco variedades de rye grass bianual (*Lolium multiflorum*) en lugares representativos de las zonas de producción de leche de las provincias de Carchi, Imbadura Y Pichincha", Tesis de Ingeniero Agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Quito- Ecuador

Villalobos, T. 2002. Eficiencia de cosecha del forraje y producciones potenciales de carne. 4º Encuentro Productores de Terneros de la Cuenca del Salado, Argentina.

Vitousek, P. M., Chair, Tilman, D. G., Schlesinger, W. H., Schindler, D. W., Matson, P. A., Aber, J. (1997). Human Alteration of the Global Nitrogen Cycle: Causes and Consequences. *Issues in Ecology*.

Vivas, H. 2004. La Argentina. Fertilización como herramienta para incrementar la producción de alfalfa. INTA Rafaela. Anuario 2004. Agronomía. 22 p.

Vivas., N.J., Morales V., S. 2005.- Evaluación agronómica y producción de grano de diez accesiones de Guandul (*Cajanus cajan*) en la meseta de Popayán- Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, marzo3 (1): 36-40.

Waaijeenbr, J. 1996. Introducción En: Meneses, R, W Aaijeenbrj H, y Piérola L. (eds). 1996. Leguminosas en la agricultura Boliviana, 434 p.

Wang E.T., Martínez Romero, J., López Lara, I. 2002 *Rhizobium* y su destacada simbiosis con plantas. En: Microbios en línea. Editores: Martínez Romero, E., Martínez Romero, J. <http://www.Biblioweb.tic.unam.mx/libros/microbios/Cap8/>

Werner, N y Tisdale, S. 1993. Fertilidad de los suelos y fertilizantes, 1. Reimpresión. Editorial limusa. México. Pág. 737.

Wong, C. 2001. El papel del ensilaje en la producción de rumiantes en los trópicos húmedos. En Introducción a la conferencia sobre el uso del ensilaje en el Trópico, FAO. Roma, IT.

Zanini, G.; Santos, G. and Sbrissia, A. 2012. Frequencies and intensities of defoliation in *Aruana Guinea* grass swards: accumulation and morphological composition of forage. *Revista Brasileira de Zootecnia* 41(4): 905- 913.

## WEBGRAFIA

[www.tropicalforages.info/Multiproposito/key/Multiproposito/Media/Html/Hyparrhenia rufa.htm](http://www.tropicalforages.info/Multiproposito/key/Multiproposito/Media/Html/Hyparrhenia%20rufa.htm)

[www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Loli\\_pere\\_p.htm](http://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Loli_pere_p.htm)

[www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Brom\\_iner\\_p.htm](http://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Brom_iner_p.htm)

[www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Trif\\_prat\\_p.htm](http://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Trif_prat_p.htm)

[www.asturnatura.com/especie/trifolium-incarnatum.html](http://www.asturnatura.com/especie/trifolium-incarnatum.html)

[es.wikipedia.org/wiki/Lotus\\_corniculatus](http://es.wikipedia.org/wiki/Lotus_corniculatus)