

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**“EVALUACION DEL CRECIMIENTO Y CUANTIFICACIÓN DE BIOMASA
FORRAJERA DE ALFALFA (*Medicago sativa L.*)”.**

POR:

LOURDES ROSIO BEJARANO

Tesis presentada a consideración de la “**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**” como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica

Diciembre de 2014
TARIJA – BOLIVIA

V° B°

.....
M.Sc Juan Oscar Hiza Zuñiga

PROFESOR GUÍA

.....
M.Sc. Ing. Línder Espinosa Márquez

**DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGRIOLAS Y
FORESTALES**

.....
M.Sc. Ing. Henry Esnor Valdez Huanca

**VICE DECANO DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS AGRICOLAS Y
FORESTALES**

APROBADO POR.

TRIBUNAL:

.....
M.Sc. Ing. Martin Oscar Tordoya Rojas

.....
M. Sc. Ing. Víctor Enrique Zenteno López

.....
M.Sc. Ing. Jose Alberto Ochoa Michel

El tribunal Calificador del presente trabajo Dirigido no se solidariza con la forma, términos, métodos y expresiones vertidas en el trabajo siendo las mismas únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIA:

El presente trabajo de investigación lo dedico a Dios y la virgencita de chaguaya por haberme iluminado el camino y darme sus bendiciones, por permitirme cumplir una de mis metas.

Con mucho cariño a dos personas muy especiales que estuvieron siempre apoyándome en este proceso de formación.

AGRADECIMIENTOS:

A mí querida madre por haberme brindado todo su apoyo.

A mi hermana Gloria Limbania Bejarano quien ha estado brindándome su incondicional apoyo y sacrificio en todo el proceso de mi formación académica

Mi profundo agradecimiento a la facultad de ciencias agrícolas y forestales a sus autoridades, administrativos especialmente un profundo agradecimiento al Ms Sc ing Víctor Enrique Zenteno López y a todos mis docentes por la enseñanza impartida y dedicación para mi formación profesional

A mi mejor compañera y amiga Marcia Flores Choque con la que compartí muchos momentos de alegría

INDICE

CAPITULO I

| | Pág. |
|-----------------------------------|------|
| 1. INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.2. JUSTIFICACION..... | 2 |
| 1.3. OBJETIVOS..... | 3 |
| 1.3.1. OBJETIVOS GENERAL..... | 3 |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS..... | 3 |

CAPITULO II REVISION BIBLIOGRAFICA

| | |
|---|----|
| 2.1. GENERALIDADES..... | 4 |
| 2.2. ORIGEN..... | 4 |
| 2.3 IMPORTANCIA ECONÓMICA..... | 5 |
| 2.4 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA..... | 6 |
| 2.5 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA..... | 6 |
| 2.6 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA-..... | 7 |
| 2.6.1. Raíz..... | 8 |
| 2.6.2. Tallo..... | 8 |
| 2.6.3. Hoja..... | 8 |
| 2.6.4. Flor..... | 8 |
| 2.6.5. Fruto..... | 9 |
| 2.6.6. Semilla..... | 9 |
| 2.7. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS-..... | 9 |
| 2.7.1. Radiación Solar..... | 9 |
| 2.7.2. Temperaturas..... | 9 |
| 2.7.3. Humedad..... | 10 |

| | |
|--|----|
| 2.7.4. pH..... | 11 |
| 2.7.5. Salinidad..... | 11 |
| 2.7.6. Tipo de Suelos..... | 12 |
| 2.8. PARTICULARIDADES DEL CULTIVO..... | 12 |
| 2.8.1. Preparación del Terreno..... | 13 |
| 2.8.2. Siembra..... | 13 |
| 2.8.3. Época de siembra..... | 13 |
| 2.8.4. Densidad de siembra..... | 14 |
| 2.8.5. Riego..... | 14 |
| 2.8.6. Control de Malezas..... | 15 |
| 2.8.6.1. Tratamientos de Pre – Siembra..... | 15 |
| 2.8.6.2 Tratamientos de Post- Emergencia Durante el Primer Año de Cultivo..... | 16 |
| 2.8.6.3 Tratamientos en Alfares ya Establecidos..... | 16 |
| 2.8.7. Frecuencia del Corte..... | 16 |
| 2.8.8. Altura del Corte..... | 17 |
| 2.9. CARACTERÍSTICAS DEL CRECIMIENTO DE LA ALFALFA... | 19 |
| 2.10. APROVECHAMIENTO Y UTILIZACIÓN DE LA ALFALFA... | 21 |
| 2.10.1. En Verde..... | 22 |
| 2.10.2. Henificado..... | 22 |
| 2.10.3. Ensilado..... | 23 |
| 2.10.4. Deshidratado..... | 23 |
| 2.10.5. Pastoreo..... | 24 |
| 2.11. CONSERVACIÓN DEL FORRAJE DE ALFALFA..... | 24 |
| 2.12. FUNDAMENTOS DE LA INCORPORACIÓN DE LOS FORRAJES CONSERVADOS A LOS PROCESOS PRODUCTIVOS | 25 |

| | |
|--|----|
| 2.12.1. Estabilizar la Producción..... | 25 |
| 2.12.2. Aumentar la Producción..... | 26 |
| 2.12.3. Diversificar la Producción..... | 27 |
| 2.13. TIPOS DE CONSERVACIÓN DE FORRAJES..... | 27 |
| 2.13.1. Conservación Física..... | 27 |
| 2.13.2. Conservación Química..... | 28 |
| 2.14. QUÉ TIPO DE FORRAJES PRODUCIR..... | 30 |
| 2.14.1. Disponibilidad del Forraje..... | 30 |
| 2.14.2. Monto de la Inversión..... | 30 |
| 2.14.3. Capacitación y Disponibilidad de Personal..... | 31 |
| 2.14.4. Condiciones Climáticas y Geográficas..... | 31 |
| 2.14.5. Características Nutricionales..... | 31 |
| 2.15. VALOR NUTRITIVO DE LA ALFALFA..... | 32 |
| 2.16. PLAGAS Y ENFERMEDADES..... | 33 |
| 2.16.1. ENFERMEDADES..... | 34 |
| 2.16.1.1. La marchites bacteriana..... | 34 |
| 2.16.1.2. Podredumbre blanca..... | 34 |
| 2.16.1.3. Verticilos..... | 35 |
| 2.16.1.4. Mildiu de la Alfalfa..... | 35 |
| 2.16.1.5. Mal Vinoso..... | 35 |
| 2.16.1.6. Oídio de la Alfalfa..... | 36 |
| 2.16.1.7. Roya de la Alfalfa..... | 36 |

| | |
|---|----|
| 2.16.1.8. Antracnosis. | 36 |
| 2.17. PLAGAS:..... | 36 |
| 2.17.1. Pulguilla de la Alfalfa..... | 36 |
| 2.17.2. Gusano Verde. | 36 |
| 2.17.3. Rosquilla o Gusano Gris | 36 |
| 2.17.4 Palomillas..... | 37 |
| 2.17.5. Gorgojos. | 37 |
| 2.17.6. Moscas de la Alfalfa. | 37 |
| 2.17.7. Trips. | 37 |
| 2.17.8. Ácaros. | 37 |
| 2.17.9. Nematodos. | 38 |
| 3. CRECIMIENTO..... | 38 |
| 3.1. CINÉTICA DEL CRECIMIENTO..... | 39 |
| 3.2. ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO..... | 41 |
| 3.3. ALGUNOS INDICES DE CRECIMIENTO..... | 44 |
| 3.3.1. Relación del Área Foliar..... | 44 |
| 3.3.2. Área Foliar Específica..... | 44 |
| 3.3.3. Relación del Peso Foliar..... | 46 |
| 3.3.4. Peso Específico de la Hoja..... | 46 |
| 3.3.5. Tasa de Crecimiento Relativo de la Hoja (TCR)..... | 47 |
| 3.3.6. Índice de Área Foliar. (IAF)..... | 47 |
| 3.3.7. Duración del Área Foliar..... | 48 |
| 3.4. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO..... | 48 |

| | |
|---|----|
| 3.5. MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DEL ÁREA FOLIAR..... | 50 |
| 3.5.1. Por dibujo..... | 51 |
| 3.5.2. Por copia heliográfica..... | 51 |
| 3.5.3. Por peso de discos de hoja..... | 52 |
| 3.5.4. Por comparación con una escala de hojas de área conocida:..... | 52 |
| 3.6. BIOMASA..... | 53 |
| 3.6.1. Métodos de Determinación de Biomasa..... | 54 |
| 3.7. FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO NORMAL... | 55 |
| 3.7.1. Factores Externos:..... | 55 |
| 3.7.2. Factores Internos..... | 56 |
| 3.8. MODELADO DEL CRECIMIENTO (ALOMETRICOS)..... | 57 |

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

| | |
|--|----|
| 3.1. LOCALIZACIÓN..... | 58 |
| 3.1.1. Altitud..... | 59 |
| 3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS..... | 59 |
| 3.2.1 Clima..... | 59 |
| 3.2.2 Temperatura Máxima y Mínima..... | 59 |
| 3.2.3 Precipitaciones Pluviales, Periodos..... | 59 |
| 3.3. VEGETACION NATIVA..... | 61 |
| 3.4. PRODUCCIÓN PECUARIA..... | 62 |
| 3.5. ACTIVIDAD ECONÓMICA..... | 63 |
| 3.6. MATERIAL BIOLÓGICO..... | 63 |
| 3.6.1 VARIEDAD..... | 59 |

| | |
|---|----|
| 3.6.2 MATERIAL DE DEMARCACION..... | 59 |
| 3.6.3 EQUIPO Y HERRAMIENTAS..... | 64 |
| 3.6.4 MATERIAL DE REGISTRO..... | 64 |
| 3.6.5 MATERIAL DE GABINETE..... | 64 |
| 3.6.6. MATERIAL DE LABORATORIO..... | 64 |
| 3.7 METODOLOGIA..... | 64 |
| 3.7.1. Fase de Gabinete y Laboratorio..... | 64 |
| 3.7.2. Fase de Campo o Instalación del Cultivo..... | 65 |
| 3.7.2.1. Preparación del Terreno..... | 65 |
| 3.7.2.2. Siembra..... | 65 |
| 3.8 Muestreo..... | 65 |
| 3.9.Efecto de borde..... | 66 |
| 3.10.Variables Medidas..... | 66 |
| 3.11. La Relación de Área Foliar..... | 67 |
| 3.12. El Área Foliar Especifica..... | 68 |

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

| | |
|---|----|
| 4.1 ÍNDICES DE CRECIMIENTO..... | 69 |
| 4.1.1. Muestreo N°1..... | 69 |
| 4.1.1.1.Área Foliar..... | 69 |
| 4.1.1.2 Índice De Área Foliar..... | 69 |
| 4.1.1.3 Área Foliar Especifica..... | 70 |
| 4.1.1.4.Relación Del Área Foliar..... | 70 |
| 4.1.1.5. Generación de Ecuaciones y Graficas Alométricas..... | 70 |
| 4.1.1.6. Generación de Ecuaciones y Graficas Alométricas..... | 72 |
| 4.1.1.7. Generación de Ecuaciones y Graficas Alométricas..... | 74 |
| 4.1.2 Muestreo n°2..... | 76 |

| | |
|---|----|
| 4.1.2.1 Área Foliar..... | 76 |
| 4.1.2.2 Índice de Área Foliar..... | 77 |
| 4.1.2.3 Área Foliar Especifica..... | 77 |
| 4.1.2.4 Relación del Área Foliar..... | 77 |
| 4.1.2.4 Relación del Área Foliar..... | 77 |
| 4.1.2.5 Generación de Ecuaciones y Graficas Alométricas..... | 77 |
| 4.1.2.6. Generación de Ecuaciones y Graficas Alométricas..... | 79 |
| 4.1.2.7. Generación de Ecuaciones y Graficas Alométricas..... | 81 |
| 4.1.3. Muestreo N° 3..... | 83 |
| 4.1.3.1.Área Foliar..... | 83 |
| 4.1.3.2 Índice del Área Foliar..... | 84 |
| 4.1.3.3.Área Foliar Especifica..... | 84 |
| 4.1.3.4 Relación de Área Foliar..... | 84 |
| 4.1.3.5. Generación de Ecuaciones y Graficas Alométricas..... | 85 |
| 4.1.3.6. Generación de Ecuaciones y Graficas Alométricas..... | 86 |
| 4.1.3.7. Generación de Ecuaciones y Graficas Alométricas..... | 88 |
| 4.1.4. Muestreo N°4..... | 90 |
| 4.1.4.1.Área Foliar..... | 90 |
| 4.1.4.2.Índice del Area Foliar..... | 91 |
| 4.1.4.3.Area Foliar Especifica..... | 91 |
| 4.1.4.4. Relación del Área Foliar..... | 91 |
| 4.1.4.5. Generación de Ecuaciones y Graficas Alométricas..... | 92 |
| 4.1.4.6. Generación de Ecuaciones y Graficas Alométricas..... | 93 |
| 4.1.4.7. Generación de Ecuaciones y Graficas Alométricas..... | 95 |
| 4.1.5. Muestreo N° 5..... | 97 |
| 4.1.5.1.Área Foliar..... | 97 |
| 4.1.5.2.Índice de Área Foliar..... | 97 |
| 4.1.5.3.Area Foliar Especifica..... | 98 |

| | |
|---|-----|
| 4.1.5.4.Relacion del Área Foliar..... | 98 |
| 4.1.5.5. Generación de Ecuaciones y Graficas Alométricas..... | 98 |
| 4.1.5.6. Generación de Ecuaciones y Graficas Alométricas..... | 100 |
| 4.1.5.7. Generación de Ecuaciones y Graficas Alométricas..... | 102 |
| 4.1.5.8. Tasa de Crecimiento | 105 |
| 4.2. PRODUCCIÓN DE BIOMASA FORRAJERA EN VERDE SECO | 106 |
| 4.2.1 Altura de la Planta..... | 106 |
| 4.2.2 Producción de Alfalfa..... | 107 |
| 4.2.3 Contenido de Materia Seca..... | 108 |
| 4.3. MODELOS ALOMETRICOS..... | 109 |
| 4.3.1. Muestreo 1..... | 109 |
| 4.3.2. Muestreo 2..... | 112 |
| 4.3.3. Muestreo N°3..... | 115 |
| 4.3.4. Muestreo N°4..... | 118 |
| 4.3.5. Muestreo N° 5..... | 121 |

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|---------------------------|-----|
| 5.1. CONCLUSIONES..... | 124 |
| 5.2. RECOMENDACIONES..... | 126 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Páginas |
|---|---------|
| Cuadro N° 1. Primer Registro de Variables realizado el 15/09/2013..... | 71 |
| Cuadro N° 2. Modelos Alométricos Ajustados Para la Primera Repetición..... | 71 |
| Cuadro N° 3. Primer Registro de Variables..... | 73 |
| Cuadro N° 4. Modelos Alométricos Ajustados Para la Segunda Repetición..... | 73 |
| Cuadro N° 5. Primer Registro de Variables | 75 |
| Cuadro N° 6. Modelos Alométricos Ajustados Para la Tercera Repetición..... | 75 |
| Cuadro N° 7. Segundo Registro de Variables realizado el 29/09/2013 | 78 |
| Cuadro N° 8. Modelos Alométricos Ajustados Para la Primera Repetición..... | 78 |
| Cuadro N° 9. Segundo registro de Variables..... | 80 |
| Cuadro N° 10. Modelos Alométricos Ajustados Para la Segunda Repetición..... | 80 |
| Cuadro N° 11. Segundo Registro de Variables..... | 82 |
| Cuadro N° 12. Modelos Alométricos Ajustados Para la Tercera Repetición..... | 82 |
| Cuadro N° 13. Tercer Registro de Variables realizado el 13/10/2013..... | 85 |
| Cuadro N° 14. Modelos Alométricos Ajustados Para Primera Repetición. | 85 |
| Cuadro N° 15. Tercer Registro de Variables | 87 |
| Cuadro N° 16. Modelos alométricos ajustados para la Segunda Repetición..... | 87 |
| Cuadro N° 17. Tercer Registro de Variables | 89 |
| Cuadro N° 18. Modelos Alométricos Ajustados para la Tercera Repetición..... | 89 |
| Cuadro N° 19. Cuarto Registro de Variables realizado el 27/10/2013 | 92 |
| Cuadro N° 20. Modelos Alométricos Ajustados Para la Primera | 92 |

