

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL ALISO *Alnus nepalensis* D. Don,
ASOCIADO CON BRACHIARIA *Brachiaria decumbens* Staff Y PASTO MIEL
Setaria sphacelata (Schumach) Staff & C. E. Hubb Y PASTURAS EN
MONOCULTIVO**

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL TÍTULO
DE INGENIERA FORESTAL**

AUTORA:

NANCY SHAJAIRA CASTILLO CABRERA

DIRECTOR:

Ing. WALTER PALACIOS CUENCA

IBARRA- ECUADOR

2012

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPACUARIAS Y
AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL ALISO *Alnus nepalensis* D. Don,
ASOCIADO CON BRACHIARIA *Brachiaria decumbens* Staff Y PASTO MIEL
Setaria sphacelata (Schumach) Staff & C. E. Hubb Y PASTURAS EN
MONOCULTIVO**

TESIS

**Presentada al Comité Asesor como requisito parcial para obtener el título de:
INGENIERA FORESTAL**

APROBADA:

Ing. Walter Palacios Cuenca
DIRECTOR

Ing. Gladys Yaguana Jiménez
ASESORA

Ing. Segundo Fuentes Cáceres
ASESOR

Ing. Carlos Arcos Unigarro
ASESOR

DEDICATORIA

A mis queridos padres Nancy Dalila y Luis Alfredo.

A mis hermanos Danny Xavier y Ronald Alfredo.

A los agricultores y ganaderos de la Zona de Intag.

AGRADECIMIENTO

Deseo manifestar de todo corazón mis sinceros agradecimientos a todos los Docentes y amigos de la Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad Técnica del Norte, por haber impartido sus conocimientos para mi formación profesional.

A la Fundación PRODECI por el apoyo técnico y financiero para el desarrollo de la investigación.

A la Sra. Martha Angulo (Cuellaje), y los Señores Augusto Flores (San Luis), Milton López (Quinde Talacos), quienes han facilitado sus parcelas silvopastoriles y poder desarrollar esta investigación.

Al Ing. Walter Palacios Cuenca, por su constante interés, asesoramiento, quién con sus observaciones direccionaron este trabajo investigativo.

A los miembros del Comité Asesor; Ingenieros Gladys Yaguana Jiménez, Segundo Fuentes Cáceres y Carlos Arcos Unigarro, por su valioso aporte en la realización del presente trabajo.

A la Ing. María Vizcaíno por su amistad y colaboración desinteresada en la interpretación de los resultados.

A los Ingenieros Esteban Imbaquingo y Diego Naranjo, por su asesoramiento y apoyo a la presente investigación.

La autora

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN 1

1.1	Objetivos	1
1.1.1	Objetivo general	1
1.1.2	Objetivo específicos	1
1.2	Hipótesis	2

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRAFICA 3

2.1	Sistemas silvopastoriles y problemas para aplicarlos	3
2.2	Interacciones biofísicas en los sistemas silvopastoriles	4
2.3	Interacciones leñosas perenne - animal	4
2.3.1	Regulación del estrés climático	6
2.3.1.1	Sombra y regulación de temperatura corporal	6
2.3.1.2	Protección contra el viento	6
2.3.2	Las leñosas perennes como recurso alimenticio	7
2.3.2.1	Efecto del ramoneo sobre las leñosas	8
2.4	Interacciones leñosas perennes – pasturas	9
2.4.1	Efecto de sombra sobre el estrato herbáceo	9

2.4.1.1	Producción de fitomasa	9
2.4.1.2	Cambios morfológicos y fenológicos	10
2.4.1.3	Calidad nutritiva	11
2.4.1.4	Factores que modifican el efecto de la sombra	11
2.4.2	Efectos microclimáticos sobre el estrato herbáceo	12
2.4.2.1	Regulación del estrés térmico	12
2.4.2.2	Incremento en la humedad relativa	13
2.4.2.3	Amortiguamiento del estrés hídrico	13
2.4.2.4	Protección contra el viento	13
2.4.2.5	Redistribución de la lluvia	13
2.4.3	Alelopatía	14
2.5	Interacciones leñosa perenne – suelo	14
2.5.1	Fijación de nitrógeno	14
2.5.2	Materia orgánica reciclaje de nutrientes	14
2.5.2.1	Vías de reciclaje de nutrientes	14
2.5.2.2	Bombeo de nutrientes	15
2.5.3	Mejora en la eficiencia de uso de nutrientes	15
2.5.4	Control de la erosión	16
2.5.4.1	Rol de las pastura	15

2.5.4.2	Rol de las leñosas	16
2.6	Interacciones animal – pasturas	16
2.6.1	Selectividad	17
2.6.1.1	Diferencias entre especies animales	17
2.6.1.2	Intensidad y frecuencia de defoliación	17
2.6.2	Pisoteo	17
2.6.2.1	Efectos sobre las pasturas y leñosas	17
2.6.2.2	Compactación del suelo	18
2.6.3	Deposición de excretas	18
2.6.3.1	Contaminación del follaje	18
2.6.3.2	Reciclaje de nutrimentos	18
2.6.3.3	Diseminación de semillas	19
2.7	Muestreo foliar	19
2.7.1	Determinación del contenido de materia seca	20
2.8	El Aliso, <i>Alnus nepalensis</i>, en sistemas agroforestales	21
2.8.1	Características de la especie	21
2.8.2	Ecología	21
2.8.3	Propagación	22
2.8.4	Silvicultura	22

2.8.5	Usos	22
2.8.6	Plagas y enfermedades	23
2.9	La brachiaria, <i>Brachiaria decumbens</i> Stapf., en sistemas agroforestales	23
2.9.1	Características botánicas	23
2.9.2	Adaptación	23
2.9.3	Plagas y enfermedades	24
2.9.4	Siembra	24
2.9.5	Producción	24
2.10	El pasto miel, <i>Setaria sphacelata</i> (Schumach) Stapf y C.E. Hubb., en sistemas agroforestales	24
2.10.1	Características botánicas	24
2.10.2	Adaptación	25
2.10.3	Plagas y enfermedades	25
2.10.4	Producción	25
2.11	Producción de los pastizales	26

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS 27

3.1	Caracterización del área de estudio	27
3.1.1	Clima	27
3.1.2	Suelos	28

3.1.2.1	Descripción taxonómica a nivel de orden	28
3.1.2.2	Fertilidad y condición química del suelo	28
3.1.2.3	Pendientes	29
3.1.2.4	Sitios específicos para el estudio	29
3.2	Materiales	30
3.3	Métodos	30
3.31	Características del experimento	30
3.3.2	Tratamientos	31
3.3.3	VARIABLES EVALUADAS	31
3.3.4	Diseño experimental	33
3.3.5	Análisis estadístico	34
3.3.6	Trabajo de campo	35
3.4	Determinación de costos	35

CAPÍTULO IV

	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1	Resultados de las variables dasométricas evaluadas de <i>Alnus nepalensis</i>	36
4.1.1	Sobrevivencia a nivel de tratamientos, sitios y sitios y tratamientos	36
4.1.2	Incremento medio anual de las variables dasométricas evaluadas de <i>Alnus nepalensis</i> a nivel de tratamientos	38
4.1.3	Incremento medio anual de las variables dasométricas evaluadas de <i>Alnus nepalensis</i> a nivel de sitios	39

4.1.4	Incremento medio anual de las variables dasométricas evaluadas de <i>Alnus nepalensis</i> a nivel de sitios y tratamientos	40
4.1.5	Análisis de varianza de la variables dasométricas evaluadas de <i>Alnus nepalensis</i>	41
4.1.5.1	Diámetro basal	41
4.1.5.2	Diámetro a la altura del pecho	42
4.1.5.3	Altura Total	43
4.1.5.4	Diámetro de copa	44
4.1.6	Correlación entre las variable dasométricas evaluadas de <i>Alnus nepalensis</i>	45
4.1.6.1	Diámetro basal y altura total a nivel de tratamientos	45
4.1.6.2	Diámetro basal y altura total a nivel de sitios y tratamientos	46
4.1.6.3	Diámetro a la altura del pecho y altura total a nivel de tratamientos	46
4.1.6.4	Diámetro a la altura del pecho y altura total a nivel de sitios y tratamientos	46
4.1.7	Regresión lineal entre las variables dasométricas evaluadas del <i>Alnus nepalensis</i>	47
4.1.7.1	Diámetro basal y altura total a nivel de tratamientos	47
4.1.7.2	Diámetro basal y altura total a nivel de sitios y tratamientos	48
4.1.7.3	Diámetro a la altura del pecho y altura total a nivel de tratamientos	49
4.1.7.4	Diámetro a la altura del pecho y altura total a nivel de sitios y tratamientos	49
4.2	Discusión de las variables dasométricas evaluadas	49
4.2.1	Sobrevivencia	49
4.2.2	Diámetro basal	50

4.2.3	Diámetro a la altura del pecho	50
4.2.4	Altura Total	51
4.2.5	Diámetro de copa	52
4.3	Incremento de nitrógeno en el suelo	52
4.4	Incidencia de plagas en el <i>Alnus nepalensis</i>	53
4.5	Productividad de los pastos y análisis bromatológico	53
4.6	Evaluación de la aceptación del sistema silvopastoril	54
4.7	Costos del mantenimiento del sistema silvopastoril	54

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES	56
---------------------	-----------

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES	58
------------------------	-----------

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFIA	59
---------------------	-----------

CAPÍTULO VIII

ANEXOS	65
---------------	-----------

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Datos climáticos de los sitios de estudio	27
Cuadro 2.	Pendientes en los tres sitios de estudio	29
Cuadro 3.	Localización de los sitios y/o bloques donde se realizó la investigación	29
Cuadro 4.	Codificación de tratamiento	30
Cuadro 5.	Escala para la evaluación individual de los árboles	32
Cuadro 6.	Análisis de varianza	33
Cuadro 7.	Incremento medio anual de las variables dasométricas evaluadas de <i>Alnus nepalensis</i> a nivel de tratamientos	38
Cuadro 8.	Incremento medio anual de las variables dasométricas evaluadas de <i>Alnus nepalensis</i> a nivel de sitios	39
Cuadro 9.	Incremento medio anual de las variables dasométricas evaluadas de <i>Alnus nepalensis</i> a nivel de sitios y tratamientos	40
Cuadro 10.	Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad	41
Cuadro 11.	Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de sitios a los 24 meses edad	42
Cuadro 12.	Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad	42
Cuadro 13.	Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de sitios a los 24 meses de edad	43
Cuadro 14.	Prueba de Duncan para la altura total a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad	43
Cuadro 15.	Prueba de Duncan para la altura total a nivel de sitios a los 24 meses de edad	44
Cuadro 16.	Prueba de Duncan para el diámetro de copa a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad	44
Cuadro 17.	Prueba de Duncan para el diámetro de copa a nivel de sitios a los 24 meses de edad	45
Cuadro 18.	Correlación diámetro basal y altura a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad	45
Cuadro 19.	Correlación diámetro basal y altura total a nivel de sitios y tratamientos a los 24 meses de edad	46
Cuadro 20.	Correlación diámetro a la altura del pecho y altura total a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad	46
Cuadro 21.	Correlación diámetro a la altura del pecho y altura total a nivel de sitios y tratamientos a los 24 meses de edad	47

Cuadro 22.	Regresión lineal diámetro basal y altura total a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad	48
Cuadro 23.	Regresión lineal diámetro basal y altura total a nivel de sitios y tratamientos a los 24 meses de edad	48
Cuadro 24.	Regresión lineal diámetro a la altura del pecho y altura total a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad	49
Cuadro 25.	Regresión lineal diámetro a la altura del pecho y altura a nivel de sitios y tratamientos a los 24 meses de edad	50
Cuadro 26.	Incorporación del nitrógeno en el suelo en los sitios de estudios.	50
Cuadro 27.	Cuadro de la producción (kg/ha) en los sitios de estudio	51
Cuadro 28.	Cuadro del costo de mantenimiento de las parcelas investigadas a nivel de sitios	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Diagrama simplificado de un sistema silvopastoril, destacando las interacciones leñosas – animales	5
Figura 2.	Distribución espacial de los tratamientos	30
Figura 3.	Sobrevivencia en porcentajes de los tratamientos a los 24 meses de edad	36
Figura 4.	Sobrevivencia en porcentajes de los sitios a los 24 meses de edad	37
Figura 5.	Sobrevivencia por sitios y por tratamiento a los 24 meses de edad	37

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1. Supervivencia a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad.
- Anexo 2. Supervivencia a nivel de sitios a los 24 meses de edad
- Anexo 3. Supervivencia a nivel de sitios y tratamientos a los 24 meses de edad
- Anexo 4. Incremento medio anual de diámetro basal a nivel de tratamientos
- Anexo 5. Incremento medio anual de diámetro a la altura del pecho a nivel de tratamientos
- Anexo 6. Incremento medio anual de la altura total a nivel de tratamientos
- Anexo 7. Incremento medio anual del diámetro de copa a nivel de tratamientos
- Anexo 8. Incremento medio anual de diámetro basal a nivel de sitios
- Anexo 9. Incremento medio anual de diámetro a la altura del pecho a nivel de sitios
- Anexo 10. Incremento medio anual de la altura total a nivel de sitios
- Anexo 11. Incremento medio anual del diámetro de copa a nivel de sitios
- Anexo 12. Incremento medio anual de diámetro basal a nivel de sitios y tratamientos
- Anexo 13. Incremento medio anual de diámetro a la altura del pecho a nivel de sitios y tratamientos
- Anexo 14. Incremento medio anual de la altura total a nivel de sitios y tratamientos
- Anexo 15. Incremento medio anual del diámetro de copa a nivel de sitios y tratamientos
- Anexo 16. Análisis de varianza del diámetro basal a los 12 meses de edad
- Anexo 17. Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de tratamientos a los 12 meses de edad
- Anexo 18. Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de sitios a los 12 meses de edad
- Anexo 19. Análisis de varianza del diámetro basal a los 15 meses de edad
- Anexo 20. Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de tratamientos a los 15 meses de edad
- Anexo 21. Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de sitios a los 15 meses de edad
- Anexo 22. Análisis de varianza del diámetro basal a los 18 meses de edad
- Anexo 23. Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de tratamientos a los 18 meses de edad
- Anexo 24. Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de sitios a los 18 meses de edad
- Anexo 25. Análisis de varianza del diámetro basal a los 24 meses de edad
- Anexo 26. Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad
- Anexo 27. Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de sitios a los 24 meses de edad
- Anexo 28. Análisis de varianza del diámetro a la altura del pecho a los 12 meses de edad

- Anexo 29. Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de tratamientos a los 12 meses de edad
- Anexo 30. Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de sitios a los 12 meses de edad
- Anexo 31. Análisis de varianza del diámetro a la altura del pecho a los 15 meses de edad
- Anexo 32. Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de tratamientos a los 15 meses de edad
- Anexo 33. Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de sitios a los 15 meses de edad
- Anexo 34. Análisis de varianza del diámetro a la altura del pecho a los 18 meses de edad
- Anexo 35. Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de tratamientos a los 18 meses de edad
- Anexo 36. Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de sitios a los 18 meses de edad
- Anexo 37. Análisis de varianza del diámetro a la altura del pecho a los 24 meses de edad
- Anexo 38. Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad
- Anexo 39. Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de sitios a los 24 meses de edad
- Anexo 40. Análisis de varianza de la altura total de la medición de los 12 meses de edad
- Anexo 41. Prueba de Duncan para la altura total a nivel de tratamientos a los 12 meses de edad
- Anexo 42. Prueba de Duncan para la altura total a nivel de sitios a los 12 meses de edad
- Anexo 43. Análisis de varianza de la altura total de la medición de los 15 meses de edad
- Anexo 44. Prueba de Duncan para la altura total a nivel de tratamientos a los 15 meses de edad
- Anexo 45. Prueba de Duncan para la altura total a nivel de sitios a los 15 meses de edad
- Anexo 46. Análisis de varianza de la altura total a los 18 meses de edad
- Anexo 47. Prueba de Duncan para la altura total a nivel de tratamientos a los 18 meses de edad
- Anexo 48. Prueba de Duncan para la altura total a nivel de sitios a los 18 meses de edad
- Anexo 49. Análisis de varianza de la altura total a los 24 meses de edad
- Anexo 50. Prueba de Duncan para la altura total a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad
- Anexo 51. Prueba de Duncan para la altura total a nivel de sitios a los a los 24 meses de edad
- Anexo 52. Análisis de varianza del diámetro de copa a los 24 meses de edad.

- Anexo 53. Prueba de Duncan para el diámetro de copa a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad
- Anexo 54. Prueba de Duncan para del diámetro de copa a nivel de sitios a los 24 meses de edad.
- Anexo 55. Análisis químicos de los suelos
- Anexo 56. Análisis bromatológico de los pastos
- Anexo 57. Encuesta
- Anexo 58. Imágenes del desarrollo de la investigación

RESUMEN

La investigación titulada “Análisis del comportamiento del aliso *Alnus nepalensis* D. Don, asociado con *Brachiaria decumbens* Staff y Pasto miel *Setaria sphacelata* (Schumach) Staff & C. E. Hubb y pasturas en monocultivo”; se realizó en la provincia de Imbabura, cantones Cotacachi y Otavalo, parroquia Cuellaje (1990 msnm) y Selva Alegre (1600 msnm), zona de Intag, pertenece a la zona de vida bosque húmedo Premontano (bh-PM). Los suelos son de aptitud agrícola con un pH ligeramente ácido, con pendientes que oscilan entre 24% a 76%.

El objetivo general fue determinar el comportamiento del aliso a los 24 meses de edad asociado con brachiaria, pasto miel y pasturas en monocultivo.

Objetivos específicos:

- Determinar la sobrevivencia, el incremento en altura, diámetro basal, diámetro a la altura del pecho, forma, diámetro de copa del aliso y su grado de asociación entre variables.
- Evaluar la producción (kg biomasa/ha) de los pastos brachiaria y pasto miel asociados con aliso y sin asocio.
- Determinar la cantidad de nitrógeno incorporado al suelo por el aliso.
- Determinar los costos de mantenimiento del sistema silvopastoril en el segundo año de establecido.
- Evaluar el grado de aceptación del sistema silvopastoril en el área de influencia de esta investigación.

Se empleó el diseño experimental bloques al azar con tres repeticiones (sitios). Para determinar las variabilidades de los tratamientos se utilizó la prueba de Rango Múltiple, para el análisis de varianza.

Se asocio una especie forestal con dos tipos de pastos donde se genero dos tipos de tratamientos *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B), y *Alnus nepalensis* más *Setaria sphacelata* (A+S), los cuales fueron implementados en los Sitios de San Luis, Quinde Talacos y Cuellaje.

A los 24 meses de edad de los tratamientos, se obtuvo los siguientes resultados:

La sobrevivencia de la especie forestal *Alnus nepalensis* en los tratamientos establecidos en los diferentes sitios estudiados fue del 100%.

De las variables dasométricas evaluadas de *Alnus nepalensis*, se obtuvo un incremento de 5.47 cm en su diámetro basal; 4.25 cm de diámetro a la altura del pecho; 3.91 m en la altura total y 245.29 cm en el diámetro de copa.

Durante el periodo de investigación tanto a la especie forestal como a los dos pastos no existió ataque de ninguna plaga o enfermedad, además en el *Alnus nepalensis* no se evidencio individuos torcidos ni bifurcados, es decir, que todos los árboles presentaron un fuste recto.

Del análisis de variancia realizado en los tres niveles las diferentes variables evaluadas, demostraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos investigados, además con la correlación se pudo verificar que existe un alto grado de asociación entra las variables evaluadas.

El pasto *Brachiaria decumbens* en Cuellaje alcanzó la mayor producción con 16805 kg biomasa/ha, mientras que el pasto *Setaria sphacelata* su mayor producción fue en San Luis con 11236 kg biomasa/ha.

Con el análisis químico de suelo realizados en los diferentes sitios de la investigación, resulto que en Cuellaje en el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) obtuvo el mayor aporte de nitrógeno al suelo, evidenciándose que este tipo de asocio son adecuados para las condiciones de suelo y clima del área de investigación.

El costo de mantenimiento de este tipo de sistema silvopastoril en un hectárea en de 1 076 dólares americanos.

En la encuesta realizada el 100% de los encuestados indicaron que si conoce de los beneficios ambientales que brinda la especie forestal, por lo tanto los agricultores de las parroquia de Cuellaje, han venido implementando el *Alnus nepalensis* dentro de sus parcelas.

SUMMARY

The investigation "Analysis of the behavior of *Alnus nepalensis* D. Alder Don, associated with *Brachiaria decumbens* *Brachiaria* Staff and *Setaria sphacelata* honey Grass (Schumacher) Staff & C. E. Hubb and pasture in monoculture." It was held in the province of Imbabura, Cotacachi and Otavalo, parish Cuellaje (1990 m) and Selva Alegre (1600 m), Intag, which belongs to the living area pre-montane humid forest (bh- PM). The soils are suitable for agriculture with a Ph slightly acidic, with slopes ranging from 24% to 76%.

The general goal was to determine the behavior of alder at 24 months of age associated with *Brachiaria* grass pasture honey and monoculture.

Specific goals:

- To determine the survival, the increase in height, basal diameter, diameter at breast height, shape, diameter of the alder and its degree of association between variables.
- To evaluate production (kg biomass / ha) of *brachiaria* grasses and grass honey Alder and association partners.
- To determine the amount of nitrogen incorporated into the soil by the Alder.
- To determine the costs of maintenance of the system silvopastoral in the second year that was established.
- To assess the degree of acceptance of the system silvopastoral in the area of influence of this research.

It was employed a randomized block experimental design with three replications (sites). To determine the variability of the treatments, which it was used multiple range tests for analysis of variance.

A forest species was associated with two types of grass where it was generated two types of treatments *Brachiaria decumbens* *Alnus nepalensis* (A + B), and *Alnus nepalensis* plus *Setaria sphacelata* (A + S), which were implemented in the San Luis, Cuellaje and Quinde Talacos sites.

At 24 months of treatment, it was obtained the following results: The survival of tree species *Alnus nepalensis* in treatments established in the different study sites was 100%.

From the dasometric variables evaluated in *Alnus nepalensis*, there was an increase of 5.47 cm in basal diameter, 4.25 cm diameter at breast height, 3.91 m in total height and 245.29 cm in diameter cup.

During the investigation, both the tree species as the two pastures there was no attack of any pest or disease, also in the *Alnus nepalensis* none of any individuals that were crooked or forked; therefore, all the trees had a straight shaft.

From the analysis of variance that was performed on three different variables, it was showed highly significant differences between the treatments investigated; the correlation also verified that there is a high degree of association between the variables evaluated.

Brachiaria decumbens grass in Cuellaje reached the highest biomass production with 16,805 kg / ha, while the *Setaria sphacelata* grass in St. Louis with 11,236 kg biomass / ha was the highest production.

With the soil chemical analysis, that was carried out in different research sites, it was obtain a result in the treatment Cuellaje *Alnus nepalensis* plus *Brachiaria decumbens* (A + B) which showed a highest contribution of nitrogen to the soil, showing that this type of association are suitable for soil conditions and weather of the area of research.

The cost of maintaining of silvopastoral system per ha is 1 076 U.S. dollars. In the survey that was made, 100% of the polled indicate that if people know the environmental benefits provided by the forest species, then farmers in the parish of Cuellaje have been implementing the *Alnus nepalensis* within their plots.

CAPÍTULO I

Introducción

Los principales problemas ambientales y socio-económicos de la zona de Intag están relacionados con la expansión de la frontera agrícola-ganadera, el manejo inadecuado de las fincas a causa de monocultivos y ganadería extensiva, lo cual incide directamente en la situación económica de los finqueros.

Un manejo adecuado de los recursos naturales en la zona de Intag permitirá un equilibrio ambiental, social y económico. Imbaquingo y Naranjo (2010) al realizar un estudio en las parroquias de Cuellaje y Selva Alegre, demostraron que el asocio entre aliso (*Alnus nepalensis*), brachiaria (*Brachiaria decumbens*) y pasto miel (*Setaria sphacelata*), incrementa el contenido de nitrógeno en el suelo entre 9.07 a 60.4 kg/ ha en el primer año de establecido el sistema.

El éxito de un sistema silvopastoril y en particular de este depende del equilibrio entre los componentes que intervienen: suelo, árbol, pastura y animal. Para confirmar las ventajas o no de este sistema, se propuso continuar con el análisis del comportamiento de sus componentes para obtener información sobre la implementación de estas prácticas silvopastoriles.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Analizar el comportamiento del aliso *Alnus nepalensis* asociado con brachiaria *Brachiaria decumbens*, pasto miel *Setaria sphacelata* y pasturas en monocultivo, a los 24 meses de edad.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar la sobrevivencia, el incremento en altura, diámetro basal, diámetro a la altura del pecho, forma, diámetro de copa del aliso y su grado de asociación entre variables.
- Evaluar la producción (kg biomasa/ha) de los pastos brachiaria y pasto miel asociados con aliso; y, sin asocio.
- Determinar la cantidad de nitrógeno incorporado al suelo por el aliso.

- Determinar los costos de mantenimiento del sistema silvopastoril en el segundo año de establecido.
- Evaluar el grado de aceptación del sistema silvopastoril en el área de influencia de esta investigación.

1.2 Hipótesis

Ho: La producción de forraje por hectárea a los 24 meses de edad, producto de la interacción del sistema agroforestal es similar a las pasturas en monocultivo.

Hi: La producción de forraje por hectárea a los 24 meses de edad, producto de la interacción del sistema agroforestal es mayor que el de pasturas en monocultivo.

CAPÍTULO II

Revisión Bibliográfica

2.1 Sistemas silvopastoriles y problemas para aplicarlos

Los sistemas silvopastoriles involucran la presencia de árboles o arbustos, especies forrajeras herbáceas y animales, todos ellos bajo un sistema integral (Pezo e Ibrahim, 1996).

El propósito de incorporar el componente arbóreo o arbustivo en sistemas ganaderos puede ser múltiple y muy diverso. En algunos casos puede ser el incremento de la productividad del recurso suelo y el beneficio neto del sistema en el largo plazo, en otros la reducción del riesgo a través de la diversificación de salidas del sistema (frutas, madera) o atenuar los efectos detrimentales del estrés climático sobre las plantas y los animales (Reynolds, 1995).

La ganadería es uno de los rubros de mayor importancia para la economía campesina de la Sierra ecuatoriana; sin embargo, los niveles de producción, productividad e ingresos son bajos.

En esta situación inciden algunos factores tales como:

- Suelos pobres en nutrientes
- Pastos con problemas de plagas y enfermedades,
- Poca tolerancia a la sombra y baja producción de forraje.
- Pastizales en monocultivo con escasa presencia de árboles y leguminosas.
- Especies de pastos poco densos, agresivos y de baja competencia con las malezas, lo cual ocasiona mayor gasto de mano de obra.
- Razas o cruces de ganado de bajo potencial productivo.
- Incipientes prácticas de manejo de los sistemas y del ganado.

Con lo mencionado anteriormente, los sistemas silvopastoriles bien manejados se constituyen en una alternativa sustentable de manejo de pastizales, alcanzando un equilibrio estable entre las necesidades de los ganaderos y los recursos naturales (INIAP-EEN, 1997).

Entre los beneficios de los sistemas silvopastoriles el CATIE (1998) cita:

- Contribuye a contrarrestar impactos ambientales negativos propios de los sistemas tradicionales.
- Favorece la restauración ecológica de pasturas degradadas.
- Facilita la diversificación de empresas pecuarias, generando productos e ingresos adicionales.
- Ayuda a reducir la dependencia de insumos externos.
- Permite intensificar el uso del recurso suelo.

2.2 Interacciones biofísicas en los sistemas silvopastoriles

Pezo e Ibrahim (1996) indican que para garantizar el éxito de la producción del sistema se debe conservar o introducir las especies arbóreas tanto leguminosas o maderables apropiadas con el asocio del pasto, las cuales ayuden al reciclaje de nutrientes incrementen la producción del pasto, lo cual permite un equilibrio del sistema.

Hernández y Sánchez (1998) explican que en los sistemas silvopastoriles los árboles juegan un papel importante debido a que proporcionan sombra, y podrían mejorar el reciclaje de nutrientes; así como, la estructura física y biológica de los suelos, evidenciando un incremento de la productividad y el valor nutritivo de los pastos.

El fomento de un reciclaje de nutrientes más eficiente en sistemas silvopastoriles sería un mecanismo eficaz para prevenir una pérdida rápida del potencial productivo del pasto. La literatura reporta que el aporte de nutrientes es proporcional a la cantidad de biomasa aérea producida y que puede verse afectado por la capacidad de retención de las hojas que posee la planta (Pezo e Ibrahim, 1996).

2.3 Interacciones leñosas perenne - animal

Pezo e Ibrahim (1996) mencionan que las interacciones entre las leñosas perennes y los animales pueden ser directos o medidos a través del suelo y las pasturas (ver figura1). Entre las directas se pueden citar la protección contra las inclemencias del clima que pueden ejercer los árboles sobre los animales, y el aporte de nutrientes a la dieta animal. Por su parte, el ganado puede ejercer efectos detrimentales sobre los

árboles, especialmente en sus estadios juveniles; provocándoles daños físicos al rascarse en los tallos, raspar la corteza o incluso al cosechar intensamente los nuevos brotes.

Entre las interacciones mediadas por el suelo, se cita la provisión de nutrientes, vía las excretas que depositan los animales y el efecto de compactación por pisoteo, el cual puede afectar negativamente el crecimiento de las leñosas. Por otro lado, la protección de las leñosas contra el viento, los excesos de temperatura y de radiación pueden ejercer también efectos sobre el crecimiento y la calidad de forraje cosechado por los animales en pastoreo.

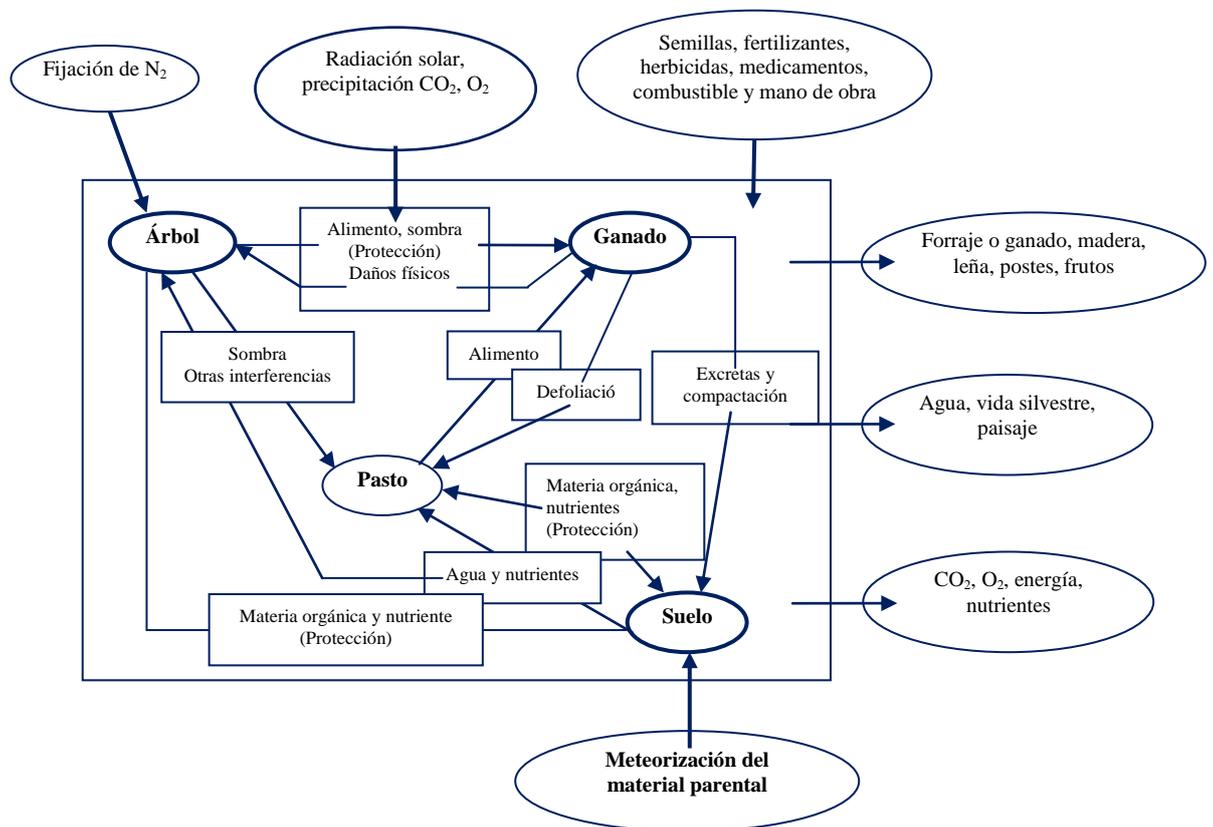


Figura 1. Diagrama simplificado de un sistema silvopastoril, destacando las interacciones leñosas – animales (Módulos de enseñanza agroforestal CATIE/GTZ, 1998).

2.3.1 Regulación del estrés climático

Según Torres (1987), la presencia de las leñosas perennes en sistemas ganaderos puede contribuir de manera directa a la productividad del sistema, regulando o contrarrestando la intensidad de factores climáticos adversos para el animal, e indirectamente creando un microclima que favorece el crecimiento y la calidad de las pasturas que los animales cosechan.

2.3.1.1 Sombra y regulación de temperatura corporal

Weston (1982) indica que los árboles interfieren parcialmente el paso de la radiación solar hacia la superficie corporal del animal; aliviando su contribución potencial al incremento en la carga calórica del animal.

Algunos de los efectos benéficos atribuidos a la sombra como reguladora del estrés de calor, sobre el comportamiento y productividad de los animales en pastoreo son los siguientes, según Pezo e Ibrahim (1996):

- Más tiempo dedicado a pastorear y rumiar
- Mayor consumo de alimentos
- Disminución en los requerimiento de agua en los animales
- Incremento de la eficiencia de conversión alimenticia
- Mejoras en la ganancia de peso y en la producción de leche.
- Mejorar en el comportamiento reproductivo del hato, debido a una pubertad más temprana, mayor fertilidad, alargamiento de la vida reproductiva útil, reducción en las pérdidas embrionarias.
- Reducción en la tasa de mortalidad en los animales jóvenes debido a la mejor condición y mayor producción de leche de las madres; menores dificultades al parto y mayor peso de las crías.

2.3.1.2 Protección contra el viento

Cañas y Aguilar (1992) mencionan los siguientes beneficios de la protección de las leñosas con los animales:

- Mayor consumo de alimentos

- El animal no necesita utilizar energía para contrarrestar el frío y mantener su temperatura corporal.
- Mayores niveles de productividad animal.
- Mejora en la sobrevivencia de animales jóvenes, al reducirse la incidencia de neumonías.

2.3.2 Las leñosas perennes como recurso alimenticio

El follaje, frutos e incluso la corteza de muchas leñosas perennes constituyen parte importante de la dieta de los animales en su hábitat natural (Van Soest, 1982).

La biomasa comestible de las leñosas perennes en especial las leguminosas, es rica en proteína cruda, vitaminas y la mayoría de minerales, excepto sodio. Estos contenidos de nutrientes pueden estacionalmente tienden a ser menores que los detectados en gramíneas, por lo que las ventajas de las primeras se hacen mucho más marcadas en el periodo seco (Pezo, 1990; Escobar, 1996 y Torres, 1987).

Según Norton (1994b), la magnitud de la respuesta al uso del follaje de leñosas perennes como recurso o suplemento alimenticio está condicionado por:

- El valor nutritivo y la cantidad consumida de la dieta base.
- La cantidad nutritiva del follaje de la leñosa.
- El uso de otras fuentes de suplementación
- La condición corporal y estado fisiológico de los animales que lo consumen.
- El nivel de producción expresable por los animales.

De acuerdo con Escobar (1996), hay un mayor potencial de respuesta a la suplementación con follaje de árboles, cuando la dieta base es pobre en nitrógeno fermentable y bajo estas circunstancias se logran:

- Incremento en el consumo de forrajes.
- Evitar la pérdida de peso e incluso obtener ganancias.
- Niveles aceptables de producción de leche, sin que las vacas tengan que hacer uso de sus reservas corporales.

2.3.2.1 Efecto del ramoneo sobre las leñosas

En los sistemas silvopastoriles en que los animales tienen acceso directo a las áreas donde se encuentran leñosas perennes, independientemente si son comestibles o no, los animales son fuentes potenciales de daño, si es que raspan la corteza, se rascan en el tronco, cosechan los nuevos brotes o pisotean plántulas recién emergidas (Pezo, 1996).

En sistemas que involucran árboles forrajeros, la defoliación de estos siguen el mismo principio que regula el uso racional de las pasturas, por esta razón es recomendable dejar un área remanente luego de una defoliación, ya que esto ayudará a prevenir que se haga un uso muy intenso de las reservas orgánicas durante el rebrote (Stur, 1994).

Whiteman (1980), menciona que en los sistemas silvopastoriles que incluyen árboles maderables o frutales, hay diferentes formas de protección para prevenir las pérdidas ocasionadas por la acción de los animales en pastoreo, como el manejo del pastoreo, el uso de repelentes y la protección mecánica. En cuanto al manejo del pastoreo en este tipo de sistemas se ha propuesto diferir el ingreso de los animales hasta que los árboles hayan alcanzado una altura tal que les permitan evitar daños potenciales por defoliación de los meristemas apicales.

Una alternativa de bajo costo que ha mostrado efectividad en prevenir la defoliación de las leñosas es estadios juveniles, es pintar el fuste con excretas de animales frescas (Payne, 1985). También el uso de protectores mecánicos como son las cercas individuales, el alambre de púas y los sostenedores han demostrado efectividad en incrementar la sobrevivencia de los árboles (CATIE, 1991).

La presencia de los animales en sistemas silvopastoriles pueden ejercer efectos favorables sobre las leñosas perennes, ya que el consumo de los frutos puede ayudar a la dispersión de las semillas (Somarriba, 1985), siempre y cuando no seas destruidas por los jugos gástricos, la acción de los ácidos o el proceso de masticación. Por otro lado los animales consumen la vegetación herbácea, lo cual disminuye materia combustible y evitan los riesgos de incendios (Couto, 1994).

2.4 Interacciones leñosas perennes – pasturas

Cuando las leñosas perennes y las especies herbáceas comparten el mismo terreno, pueden entre ella presentarse relaciones de interferencia y de facilitación. Las manifestaciones de interferencia se la consideran a la competencia por radiación lumínica, agua, nutrientes, relaciones alelopáticas entre los componentes; así como las manifestaciones de facilitación, por ejemplo, es la fijación y transferencia de nutrientes, el efecto de protección contra el viento que pueden ejercer las leñosas perennes (CATIE, 1998).

La magnitud de las interacciones perennes y pasturas, así como entre los individuos dentro de cada una de estas categorías, están en función de:

- la disponibilidad de factores de crecimiento (luz, agua, nutrientes) en el medio;
- los requerimientos específicos y las características morfológicas de los componentes;
- la población de plantas y su arreglo espacial;
- el manejo al que están sometidos.

2.4.1 Efecto de sombra sobre el estrato herbáceo

Las plantas leñosas perennes por lo general tienen su copa por encima de las especies forrajeras, de manera que cuando crece en el mismo terreno, éstas interfieren el paso de la radiación lumínica al estrato herbáceo. Lo inverso puede ocurrir en la etapa inicial al momento del establecimiento de las leñosas perennes, en especial si se combina con especies herbáceas de rápido crecimiento (CATIE, 1998).

2.4.1.1 Producción de fitomasa

El principal factor limitante para el crecimiento de pasturas en sistemas silvopastoriles es el nivel de sombra ejercido por los árboles y arbustos. La tasa de crecimiento de las pasturas es menor cuando crecen bajo la copa de los árboles que a pleno sol, ya que no todas las forrajeras responden de igual manera a la disminución en la incidencia de energía lumínica (Horne y Blair 1991).

Wong (1991), categoriza a las especies forrajeras en diferentes grupos de tolerancia a la sombra:

- Alta tolerancia a la sombra: 1) Gramíneas: *Axonopus compressus*, *Brachiaria miliformis*, *Paspalum conjugatum*, *Stenotaphrum secundatum*; 2) leguminosas: *Desmodium heterophyllum*, *D. ovalifolium* y *Calopogonium caeruleum*.
- Tolerante a niveles medios de sombreamiento, entre las gramíneas están *Brachiaria decumbens*, *B. humidicola*, *B. brizantha*, *Setaria sphacelata*, *Pennisetum*; entre las leguminosas herbáceas están *Arachis pintoi*, *Centrosema pubescens*, *Desmodium intortum*.
- Tolerancia baja a la sombra: 1) Gramíneas a *Brachiaria mutica*, *Brachiaria dictyoneura*; 2) Leguminosas: *Stylosantes hamata*, *Stylosanthes guianensis*, *Macroptilium atropurpureum*.

2.4.1.2 Cambios morfológicos y fenológicos

El sombreamiento puede provocar cambios morfológicos y fenológicos en las especies forrajeras, los cuales funcionan como mecanismos de adaptación a la baja incidencia de energía lumínica y la consiguiente reducción en el potencial fotosintético de las plantas, y para compensar las plantas forrajeras que crecen bajo sombra tienden a desarrollar hojas más largas y menos gruesas (Sanderson, 1997).

Wilson y Ludlow (1991), citan que las hojas más largas ayudan a incrementar su habilidad para interceptar luz; mientras que, la presencia de hojas menos gruesas les permiten reducir su tasa de respiración. Es evidente que este tipo de compensación no es suficiente, por lo que la actividad fotosintética total disminuye bajo condiciones de sombra. Los cambios morfológicos y fenológicos ocurren en las forrajeras que crecen bajo sombra tienden a comprometer su potencial de persistencia, por ello, el manejo del pastoreo o corte en sistemas silvopastoriles deben ser muy cuidadosos, respecto a la intensidad de defoliación, la cual puede ser regulada a través de la presión del pastoreo.

2.4.1.3 Calidad nutritiva

El sombreado afecta la calidad nutritiva de los forrajes, pero en algunos casos pueden estar medidos por cambios anatómicos o morfológicos que sufren las plantas (Wilson, 1982; Zelada, 1996). En varios ensayos se ha detectado en las gramíneas incrementos del contenido de proteína cruda y disminución de carbohidratos no estructurales, lo cual está en función de la disponibilidad de luz solar.

El consumo de forrajes como *Paspalum notatum*, *Setaria sphacelata*, *Brachiaria decumbens*, *Panicum máximum*, cultivados a pleno sol o bajo sombra, no presenta diferencias, aunque el consumo de *Brachiaria decumbens* tiende a ser mayor a pleno sol (Norton, 1991).

Reynolds (1995), sugiere que la disminución en la digestibilidad y el consumo probablemente sólo ocurre en las plantas no tolerantes a la sombra, pues en ellas la sombra provoca una disminución marcada en el contenido de carbohidratos solubles y un incremento notorio en la elongación de los tallos.

2.4.1.4 Factores que modifican el efecto de la sombra

El grado de sombreado ejercido por los árboles y arbustos, varía con la morfología de la copa, la altura, la edad, la densidad, distribución espacial de los árboles con respecto al estrato herbáceo, la fertilidad del suelo, y la inclinación de los rayos solares según la hora del día y la época del año (Reynolds, 1995). En sistemas silvopastoril el crecimiento de los pastos es afectado por la densidad de la plantación, ya que la producción de biomasa del estrato herbáceo declina a medida que se incrementa la densidad de los árboles (Whiteman, 1980).

Reynolds (1995), indica que este efecto no sólo es atribuible al sombreado que ejerce el follaje de las leñosas sobre las pasturas, sino también a la competencia por espacio entre las porciones basales de la leñosa y el pasto, y al daño físico ocasionado por la caída de ramas.

Kirmse (1987), describe que en el manejo de los sistemas silvopastoriles se realizan podas y raleos, siendo actividades de multipropósito, las cuales permiten reducir la interferencia de luz ya que elimina vegetación de especies indeseables, regula la competencia entre las leñosas, facilita la movilización de los animales y permite un mayor acceso de luz hacia el estrato herbáceo.

En una plantación la orientación de las hileras de los árboles, es también un factor de manejo que contribuye a regular el acceso de la luz solar a la vegetación herbácea. Los árboles sembrados en hileras paralelas al movimiento del sol (este-oeste) facilitarían la penetración de los rayos solares al estrato herbáceo, en aquellas horas (antes de 10 am y después de las 2 pm) en que por el ángulo de incidencia su transmisión es interferida por una barrera arbórea. Esto va a resultar en una mayor producción de fitomasa, especialmente cuando se trabaja con menor espaciamiento entre las hileras de árboles (CATIE, 1998).

2.4.2 Efectos microclimáticos sobre el estrato herbáceo

2.4.2.1 Regulación del estrés térmico

En el sistema silvopastoril la presencia de árboles, mitiga los extremos de temperatura a los que puede estar sometido el estrato subyacente de vegetación. Si la temperatura a nivel del estrato subyacente de vegetación herbáceo que crece debajo de la copa de árboles, difiere en apenas 2 a 3 °C con respecto a la obtenida a campo abierto, su efecto sobre el crecimiento y la calidad de los forrajes es puramente de relevancia académica, excepto cuando la presencia de árboles previene daños por heladas (Ovalle y Avendaño, 1998; Wilson y Ludlow, 1991).

Whiteman (1980), indica que la presencia de los árboles favorece la actividad fotosintética del estrato herbáceo, a través del efecto de enfriamiento, cuando la temperatura ambiente supera la temperatura óptima del crecimiento de las gramíneas tropicales que es de 35°C.

Pezo (1987), afirman que la calidad nutritiva de los pastos que crecen bajo la copa de los árboles se beneficia de la disminución de temperatura, se efectuó un estudio bajo condiciones controladas en una cámara climática; demostrando así, que las temperaturas diurnas favorecen a la disminución en la fracción fibrosa del forraje y su grado de lignificación, lo cual permite una mayor digestibilidad.

2.4.2.2 Incremento en la humedad relativa

La vegetación herbácea que se desarrolla bajo la copa de los árboles, por el incremento de la humedad relativa tiene mayor riesgo de ataques por hongos. Sin embargo, se postula que los genotipos adaptados a las condiciones de sombra, hayan

desarrollado mecanismos para tolerar el ataque de hongos e insectos (Wilson y Ludlow, 1991; Wong, 1991; Reynolds, 1995).

2.4.2.3 Amortiguamiento del estrés hídrico

En los sistemas silvopastoriles, quizá sea más importante el efecto de los árboles sobre el balance hídrico del sistema. Cuando las leñosas y las pasturas comparten el mismo espacio, la temperatura bajo la copa de los árboles, en el estrato herbáceo, provoca una disminución en la pérdida de agua por transpiración a través de los estomas. Además, la baja temperatura en el suelo, disminuye la pérdida de agua por evaporación (Wilson y Ludlow, 1991; Wilson y Wild, 1991).

Estos efectos retrasan la incidencia del estrés hídrico característico en el período seco. Adelanta el inicio del crecimiento a medida que mejora las condiciones de humedad en el suelo, sin embargo, no evita la competencia, ni el eventual efecto detrimental de uno sobre el otro, una vez que se presenta un déficit hídrico (Djimde, 1989; Reynolds, 1995).

2.4.2.4 Protección contra el viento

Los efectos son similares al mantenimiento del balance hídrico en las pasturas cuando están presentes los árboles en el potrero, ya que forman parte de cortinas rompevientos, y se reconoce que el viento ejerce un efecto secante sobre las pasturas e incrementa la tasa de evaporación (Djimde, 1989).

Russell y Grace (1978), indican que el viento puede afectar el crecimiento de las pasturas, a medida que incrementa su velocidad, puede provocar la reducción en la tasa de expansión de hojas, el índice foliar y la tasa de crecimiento.

2.4.2.5 Redistribución de la lluvia

Torres (1987), indica que la redistribución de la lluvia, es otra característica microclimática que ocurre bajo la copa de los árboles, ya que cuando las gotas de lluvia son interceptadas por la copa, una parte del agua se evaporará a la atmósfera, otra parte caerá a la superficie del suelo, otra parte queda retenida en el follaje y tronco, pero el resto es canalizado hacia el suelo a través el eje principal del tallo, de manera que se infiltra en el área más cercana a la base del tallo.

2.4.3 Alelopatía

Según Putnam (1988), la alelopatía es una forma de interferencia de tipo químico, que puede funcionar de parte de las pasturas hacia las leñosas o de las leñosas hacia las pasturas, siendo un mecanismo de exclusión y dominancia que poseen ciertas especies de plantas, el cual es medido por la secreción de compuestos químicos denominados aleloquímicos, que pueden afectar la germinación, el crecimiento o la sobrevivencia de otras especies, estas características deben ser tomadas en cuenta cuando se implementa un sistema silvopastoril.

2.5 Interacciones leñosa perenne – suelo

Según Nair (1993), la presencia de las leñosas perennes en los sistemas silvopastoriles contribuyen en el mejoramiento del suelo y favorecen al desarrollo del estrato herbáceo, a través de la fijación de nitrógeno, el reciclaje de los nutrientes, el mantenimiento de la materia orgánica y el control de la erosión.

2.5.1 Fijación de nitrógeno

La fijación simbiótica es un mecanismo importante en la economía del nitrógeno en muchos sistemas silvopastoriles, en especial en aquellos que involucran leguminosas que presentan modulación de los rizobios (*Rhizobium* y *Bradyrhizobium*), pues en la especie *Alnus* sp., se establece una asociación simbiótica con actinomicetos del género *Frankia* (Dart, 1994).

2.5.2 Materia orgánica reciclaje de nutrientes

2.5.2.1 Vías de reciclaje de nutrientes

En los sistemas silvopastoriles el reciclaje de los nutrientes ocurre a través de la senescencia de biomasa aérea y la muerte de las raíces, tanto en leñosas como en las herbáceas; esto se da a través del material podado que es dejado en el campo por medio de las excretas que los animales depositan durante el pastoreo/ramoneo.

Además para prevenir la pérdida del potencial productivo del sistema se debe aplicar un manejo eficaz del reciclaje de nutrientes evitando la defoliación directa por los animales (Libreros, 1994b).

2.5.2.2 Bombeo de nutrimentos

Una de las ventajas de los sistemas agroforestales, ya que las leñosas perennes poseen sistemas radiculares pivotantes que les permiten extraer nutrientes de sectores más profundos del perfil del suelo donde no llegan las raíces de vegetación herbácea (Nair, 1993).

Pezo e Ibrahim (1996) explica que este efecto no ocurre en todas las condiciones, pues depende de la morfología del sistema radicular de las especies componentes del sistema, del tipo de material usado para el establecimiento de las leñosas y del manejo de defoliación que se aplique.

2.5.3 Mejora en la eficiencia de uso de nutrimentos

La sombra moderada estimula la absorción de nitrógeno en las gramíneas y la inhibe en las leguminosas. El resultado es que el crecimiento de las gramíneas es menos afectado en condiciones de baja radiación solar. Incluso, en suelos pobres en nitrógeno, algunas gramíneas cultivadas bajo sombra han producido más biomasa que aquellas que crecen a pleno sol. Este efecto también explica el mayor contenido de proteínas cruda detectado en plantas que se cultivan bajo sombra (Bronstein, 1984; Zelada, 1996).

Belsky (1993) señala que el microclima (humedad, temperatura) creado por la presencia de leñosas perennes en las pasturas es más favorable para la actividad biológica de la micro y macro fauna, lo cual resulta en una mayor mineralización y disponibilidad de nitrógeno en el suelo.

2.5.4 Control de la erosión

2.5.4.1 Rol de las pasturas

Las pasturas de crecimiento rastrero o decumbente, cuando son bien manejadas hacen una buena cobertura del suelo, previniendo pérdidas del suelo por erosión eólica e hídrica (Humphreys, 1991).

2.5.4.2 Rol de las leñosas

En un sistema silvopastoril, al igual que las pasturas, las leñosas también pueden contribuir a contrarrestar la erosión. De hecho uno de los propósitos de la

incorporación de leñosas en cortinas cortavientos es justamente el aliviar o prevenir problemas de erosión eólica (Nair, 1995). En otros sistemas, donde los árboles están dispersos en las áreas de pastoreo, pueden hacer una contribución más efectiva en aminorar los problemas de la erosión hídrica.

Szott (1991), afirma que los árboles contribuyen a controlar la erosión hídrica porque su copa atenúa el impacto de las gotas de lluvia que caen sobre el suelo, evitando así que las partículas más pequeñas sellen los espacios porosos y provoquen una reducción en la tasa de infiltración de agua.

La mayor contribución de las leñosas en el control de la erosión hídrica se da a través del incremento en el contenido de materia orgánica del suelo. Esto se da por medio el mantillo de hojas y ramas que caen sobre la superficie del suelo y previene el impacto directo de la lluvia sobre el suelo. Además, por acción de la meso fauna esa materia orgánica es incorporada paulatinamente al suelo, contribuyendo a mejorar la estabilidad del suelo y la capacidad de infiltración de agua (Nair, 1995). Adicionalmente, en áreas de pendiente, este efecto puede ser ampliado si las leñosas perennes son sembradas como barreras vivas de alta densidad (Faustino, 1994).

2.6 Interacciones animal – pasturas

Person e Ison (1987), indican que el acto de pastorear los animales afecta directamente a las pasturas, por la defoliación que ejercen, como el pisoteo, además, hay efectos indirectos a través del suelo como la compactación, el retorno de nutrientes y la dispersión de semillas por medio de las excretas de los animales.

2.6.1 Selectividad

Pezo (1994), manifiesta que los animales en pastoreo presentan inclinación por ciertos componentes de la pastura, por determinadas porciones de la planta, lo que genera implicaciones no sólo sobre la calidad de la dieta de los animales en pastoreo, sino también sobre la capacidad de rebrote y la persistencia de los componentes de la pradera.

2.6.1.1 Diferencias entre especies animales

Las diferencias entre especies animales en cuanto a la selectividad son determinantes, ya que definen las especies de herbívoros a introducir en el sistema silvopastoril y el momento específico de dicha introducción (Van Soest, 1982).

Además, la selectividad se puede aprovechar para controlar la invasión de malezas en sistemas de plantación, donde las leguminosas cumplen la doble función de cobertura y fijadoras de nitrógeno (Chee y Faiz, 1991).

2.6.1.2 Intensidad y frecuencia de defoliación

El manejo del pastoreo es regulado por medio de la carga animal y la duración de los períodos de descanso, es particularmente crítico en aquellos sistemas silvopastoriles donde las leñosas y las herbáceas comparten el mismo terreno, pues ello incidirá sobre la habilidad competitiva y el potencial de persistencia de las especies deseables (Smith y Whiteman 1985; Shelton 1991).

Humpherys (1991), indica que para prevenir la pérdida de especies deseables, la carga animal deberá ajustarse a la oferta de especies palatables y al material verde, antes que a la disponibilidad de biomasa total de la especie herbácea, la duración del período de descanso será más prolongado, ya que debe comprenderse que el crecimiento del rebrote de la pastura disminuyen bajo sombra.

2.6.2 Pisoteo

2.6.2.1 Efectos sobre las pasturas y leñosas

Los herbívoros que poseen pezuñas con bordes filosos, producen corte o laceraciones de hojas, tallos y la presión ejercida por el peso del animal produce el entierro parcial de la biomasa aérea, con enlodamiento de hojas y tallos en los suelos muy húmedos (Pezo, 1990).

Humphreys (1991), indica que los mayores daños causados por el pisoteo ocurren en estadios tempranos de crecimiento, en los cuales se produce mortalidad de vástagos tanto por la ruptura de hipocotilo, además las raicillas pueden ser expuestas al desecamiento.

2.6.2.2 Compactación del suelo

Person e Ison (1987), mencionan que la presión ejercida por las pesuñas de los bovinos es de 1,20 a 1,60 kg/cm², lo que genera a mediano o largo plazo la reducción del volumen de macroporos en el suelo, afectando negativamente la tasa de infiltración del agua, incrementa la resistencia a la penetración de las raíces y disminuye la disponibilidad del oxígeno para el sistema radicular.

Pinzón y Amézquita (1991), señalan que la disponibilidad de fitomasa aérea y radicular amortigua el efecto de compactación.

2.6.3 Deposición de excretas

2.6.3.1 Contaminación del follaje

El follaje contaminado por la deposición de excretas tiende a ser rechazado por los animales por un período variable, ese efecto de rechazo está en función de la precipitación, el tipo de excretas y la presión de pastoreo aplicada a una pastura (Leaver, 1985).

2.6.3.2 Reciclaje de nutrientes

Wilkinson y Lowrey (1973), mencionan que el nitrógeno, potasio y azufre son retornados a través de la orina, en forma inorgánica fácilmente disponible para la planta, al menos en el caso del nitrógeno y las heces son la vía preferencial de excreción para el resto de elementos minerales, los cuales deben ser mineralizados antes de ser aprovechados por la planta.

2.6.3.3 Diseminación de semillas

Pezo (1992), menciona que el papel de las excretas forma un vehículo para la diseminación de semillas, el cual puede ser benéfico o detrimental, dependiendo de las semillas dispersadas si corresponde a especies deseables o invasoras.

La efectividad de este mecanismo para la dispersión y la viabilidad potencial de las semillas está en función de la especie animal que la ingiere, el tamaño y la dureza de las semillas, la calidad de dieta, y el tiempo que permanecen las semillas dentro de las excretas.

Jones y Simao Neto (1987), encontraron que las semillas pequeñas y con tegumento más duro tenían mayor potencial de escapar intactas a su paso por el tracto gastrointestinal de los animales.

Por otro lado, las dietas de mayor calidad pasan más rápido por el tracto y requieren de menor actividad rumia, lo cual resulta en una mayor recuperación de semillas viables en las excretas.

En los sistemas silvopastoriles, el microclima que se crea debajo de la copa de los árboles favorece la viabilidad y emergencia de semillas dispersas en las excretas (Herrick, 1993).

2.7 Muestreo foliar

Iñiguez (2007), menciona que para muestrear plantas forrajeras es necesario considerar lo siguiente:

- Recolectar las muestras antes del ingreso de los animales al potrero.
- Observar cuidadosamente la altura de corte que efectúa el ganado con su trompa para proceder a tomar las submuestras a esa altura.
- No tomar submuestras de sitios de acumulación de estiércol.
- No tomar submuestras junto a cercas vivas o cercas muertas.
- No tomar muestras de sitio junto a fuentes de agua.
- No tomar submuestras en general de sitios no representativos.

La precisión de los resultados del análisis de pastos y forrajes depende de la manera cómo se toma la muestra para lo cual sugiere seguir lo siguiente:

- a) Elaborar un croquis del terreno a muestrear y señalará los potreros que muestren las condiciones semejantes de topografía, suelo, drenaje, erosión, textura, color, vegetación y manejo.
- b) Recolectar cinco o más submuestras siguiendo un recorrido en zig-zag para cubrir toda el área.
- c) Cortar el forraje con tijera a una altura de 5 a 10 cm de la superficie del suelo.
- d) Mezclar en forma cuidadosa las submuestras hasta obtener una muestra compuesta de aproximadamente de un kg.

- e) Colocar la muestra compuesta en una funda de plástico, adicionar una etiqueta de identificación y cubrir con otra funda de plástico transparente.
- f) Cuando existen mezclas de dos o más especies en el pastizal, debe tomarse una muestra compuesta proporcional a las especies presentes.
- g) Remitir la muestra al laboratorio, solicitando los análisis de ceniza, materia seca, proteína, fibra, calcio, fósforo, entre otros.

2.7.1 Determinación del contenido de materia seca

Paladines (1992), indica que el rendimiento de forraje de un pastizal se debe expresar a base de biomasa. Para el efecto del material cortado en el metro cuadrado y pesado en verde, se debe obtener una muestra para determinar el contenido de biomasa (porcentaje).

El procedimiento detallado depende de la forma de manejar el pasto del metro cuadrado. Si se pesa fresco en el campo, la muestra para biomasa se obtendrá inmediatamente y se colocará en una bolsa de plástico sin orificios, dejando espacio para cerrarla con un hilo grueso y fuerte; así se evitará la pérdida del material y la evaporación del agua.

La muestra que se tome debe pesar entre 250 y 500 g y debe ser una alícuota representativa del contenido total del pasto cortado. La bolsa plástica, que contiene la alícuota, se llevará al laboratorio y se pesará en una balanza con precisión de un gramo. La muestra ya pesada se secará en una estufa a temperatura de 100 a 105 °C hasta conseguir un peso constante; esta condición se obtiene en un lapso de 8 a 12 horas de secamiento. Cuando las muestras secas vayan a ser luego utilizadas para análisis bromatológico, el secado deberá hacerse a 60 °C, durante 48 horas.

2.8 El Aliso, *Alnus nepalensis*, en sistemas agroforestales

2.8.1 Características de la especie

El aliso es un árbol caducifolio o semidecíduos con un tronco recto que alcanza hasta 30 m de altura y 60 cm de diámetro de copa.

La corteza es de color verde oscuro o gris, a menudo con manchas amarillentas, con lenticelas. Las hojas, con frecuencia son dañadas por los insectos, son alternas, elípticas, 6 – 20 cm de largo y de 5 – 10 cm de ancho, el haz es brillante de color

verde oscuro y el envés es pálida. Las flores están distribuidas en amentos, en las cuales se encontraron flores masculinas y femeninas por separado en las mismas o diferentes ramas. Los amentos masculinos son de color amarillo, 10 – 25 cm de largo, y cuelgan en racimos al final de ramitas; los amentos femeninos son mucho más cortos, erectos y leñosos y se producen en la ramificación lateral de las ramitas. Los frutos, que superficialmente se parecen a conos de pinos, son de color marrón oscuro, en posición vertical sobre tallos cortos, elípticos, son de consistencia leñosa, los conos vacíos pueden persistir en el árbol. Las semillas son de color marrón claro, circular y plana, con dos grandes alas membranosas, más de 2 mm de ancho, las semillas maduran de noviembre a marzo dependiendo de la localización geográfica (Duke, 1983).

2.8.2 Ecología

Según Duke (1983), el aliso crece en todo el Himalaya en 500 – 3000 msnm de Pakistán a través de Nepal, el norte de la India, Bután y Birmania superior a sudoeste de China e Indochina. Se encuentra de forma natural en bosque húmedo, fresco o climas de monzón subtropical de montaña, con un promedio anual de precipitaciones de 500 – 2 500 mm, con 4 – 8 meses y una estación seca.

En suelos que tienden a ser húmedos y bien drenados. En altitudes más bajas, crece en sitios húmedos, cerca de los ríos y en los barrancos. Es una especie pionera y crece bien a plena luz, aunque también tolera sombra. No requiere alta fertilidad de los suelos, pero prefiere suelos permeables y no debe ser plantada en suelos erosionados o compactados, crece bien en suelos con alto contenido de agua, pero no en los terrenos anegadizos.

2.8.3 Propagación

De acuerdo con Napier (1989), la especie se propaga fácilmente por semilla (1.6 a 2.3 millones de semillas / kg, si es pura), mantendrá la viabilidad de al menos un año si se seca y se almacenan correctamente. La germinación se inicia 1 – 2 semanas después de la siembra y se completa después de dos semanas. El trasplante a fundas de polietileno puede comenzar 4 – 5 semanas después de la germinación. Por debajo de los 1200 msnm de altitud puede alcanzar un crecimiento entre 25 – 35 cm en 4 a 5

meses, pero por encima de esta cota pueden llegar a tardar hasta 11 meses. Las plantas jóvenes son susceptibles a los daños causados por las hormigas y defoliación por heladas.

2.8.4 Silvicultura

Según Napier (1989), se han establecido con éxito plantaciones en varios países, en su mayoría dentro de su área de distribución natural, pero también en Hawai y Costa Rica, demostrando que el aliso tiene una gama más amplia de tolerancia que en su sitio natural de distribución. Un espaciamiento de 2.5 x 2.5 m en plantaciones para leña. Para sistemas agroforestales el espaciamiento debe ser mayor, para no afectar la forma del fuste.

En Cuellaje y Selva Alegre, Imbabura a un año de la plantación el aliso alcanzó un promedio en diámetro basal de 3.82 cm y 3.65 m en altura (Imbaquingo y Naranjo, 2010).

2.8.5 Usos

La madera de aliso es moderadamente suave con densidades de 320 – 370 kg/m³ a 480 – 590 kg/m³. Al igual que la de otros alisos, se seca rápidamente y se quema fácilmente, se conserva bastante bien, aunque en condiciones húmedas se deteriora; está sujeta a la decoloración por oxidación, savia y mancha de hongos. Es apropiado para cajas de fósforos, para pulpa de papel. Las hojas maduras son comidas por las ovejas, cabras y ganado.

La corteza del árbol se utiliza para el curtido y teñido, el aliso es bien conocido como una especie que le da cierta estabilidad a las pendientes que tienden a deslizarse y erosionar, se ha utilizado eficazmente para reforestar áreas abandonadas, ayuda en la conservación de los suelos. Esta especie forma una simbiosis con la fijación de N-actinomicetes del género *Francia* (Little, 1983).

2.8.6 Plagas y enfermedades

Según Little (1983), el *Alnus nepalensis* es muy susceptible al ataque de defoliadores (*Oreina* sp., *Anomala* sp.). Los barrenadores del tallo *Batocera* sp. y posiblemente,

Zeuzera sp., un áfido, *Eutfichosiphum alnifoliae*, es una plaga de importancia económica.

Imbaquingo y Naranjo (2010), no identificaron ninguna enfermedad o plaga en Cuellaje y Selva Alegre.

2.9 La brachiaria, *Brachiaria decumbens* Stapf., en sistemas agroforestales

2.9.1 Características botánicas

Es una gramínea perenne originaria del Este del África Tropical, de crecimiento rastrero, con estolones largos cuyos nudos al estar en contacto con el suelo, emiten raicillas dando origen a una nueva planta. Sus tallos son postrados y semi-erectos frondosos que forman una buena cobertura; la altura es de 50 y 70 cm, sus hojas son lanceoladas de color verde brillante de 15 a 20 cm de largo y 8 a 10 mm de ancho, y la inflorescencia es una panícula con tres a cinco racimos ramificados (Programa Nacional de Pastos y Forrajes, 1999).

Las características agronómicas registradas, demuestran que puede alcanzar una altura 93 cm, dependiendo de la distancia de siembra. Una pradera se puede considerar establecida cuando tenga un 90% de cobertura, lo cual ocurre a los 150 – 180 días después de la siembra (INIAP, 1997).

2.9.2 Adaptación

Se comporta bien en zonas localizadas desde el nivel del mar hasta los 1800 msnm con temperaturas entre 20 – 25 °C y precipitación de 1000 a 4000 mm, persiste en suelos rojos, ácidos y de baja fertilidad, resiste la sequía no muy prolongada y la quema (INIAP, 1997).

Escobar (2003), menciona que el desarrollo es mejor en suelos arcillosos fértiles, pero crece también en otro tipo de suelos, ondulados, poco profundo y permeables; responde bien a la fertilidad nitrogenada, se puede establecer utilizando semilla y material vegetativo.

2.9.3 Plagas y enfermedades

El crecimiento estolonífero rastrero de la brachiaria, da lugar a la formación de un nicho favorable para ser atacado durante casi todo el año por *Aeneolamia* sp.

“salivazo”, observándose marchitamiento completo de las hojas, cuando la incidencia de la plaga es alta, pudiendo confundirse con una deficiencia mineral. Las praderas afectadas toman una coloración amarillenta, hasta secarse, el insecto chupa la sabia de las plantas y ocasiona un marcado retardo del crecimiento (Terranova, 2001).

2.9.4 Siembra

Debido al bajo poder germinativo de la semilla sexual y la dificultad de conseguir la misma que tenga buena calidad, el establecimiento de ésta gramínea se realiza usando material vegetativo, que consiste en cepas o estolones. La implantación vegetativa se puede realizar a distancias de 50 x 50 cm obteniéndose un rápido establecimiento (Terranova, 2001).

2.9.5 Producción

Imbaquingo y Naranjo (2010), señalan que a los seis meses de plantación de la brachiaria obtuvieron una producción primaria de 10 367 kg de biomasa/ha con el 61% de cobertura y una altura promedio de 0.95 m.

2.10 El pasto miel, *Setaria sphacelata* (Schumach) Stapf y C.E. Hubb., en sistemas agroforestales

2.10.1 Características botánicas

El pasto miel es una gramínea que presenta una amplia variación de formas y tipos dando lugar a numerosas descripciones de especies afines. Algunos investigadores han propuesto considerarla como una sola especie mientras que otros han presentado diferentes formas de agrupamiento según especies. Son plantas perennes, cespitosas, rizomatosas o estoloníferas, con hojas glabras muy suaves al tacto que tienen por lo menos 50 cm de largo por 1 cm de ancho.

Las macollas son achatadas con coloración rojiza (según la variedad) y la inflorescencia es una panoja cilíndrica, compactada, de longitud variable entre 5 y 45 cm (MAS, 2007).

2.10.2 Adaptación

Oriunda de África Oriental, seleccionada y mejorada en Australia, muestra un amplio margen de tolerancia para crecer en ambientes diversos y relativamente alejados de las condiciones ideales para la especie.

Si bien puede haber diferencias entre variedades, se comporta bien tanto en suelos pobres de textura arenosa, como en arcillosos saturados de agua. Aunque en su centro de origen se la puede encontrar en suelos con valores de pH extremos de 4.0 – 8.5.

Algunos trabajos desarrollados en el trópico indican necesidades mínimas de agua son 750 mm siempre que no ocurran períodos secos prolongados, mientras que otros llevan ese mínimo a 900 mm y establecen cantidades elevadas, en el orden de 1800 mm, como condiciones deseables para la gramínea.

Otros estudios marcan la tolerancia de la especie tanto a períodos de muy baja disponibilidad de agua en el suelo como a excesos, incluyendo inundaciones periódicas.

En cuanto a la temperatura, el óptimo de crecimiento se ubica entre los 18 y 22 ° C indicando claramente su condición de tropical (MAS, 2007).

2.10.3 Plagas y enfermedades

Las heladas detienen el crecimiento y dañan parcialmente la planta, particularmente las láminas con mayor exposición, manteniéndose verdes las partes más protegidas por el mismo follaje, por la arquitectura de la planta y por la estructura de la vegetación en su conjunto (MAS, 2007).

2.10.4 Producción

Imbaquingo y Naranjo (2010), a los seis meses de plantación del pasto miel con el 37% de cobertura y una altura promedio de 1.06 m, obtuvieron una producción primaria de 7997 kg de biomasa/ha.

2.11 Producción de los pastizales

Paladines (1992), indica que la producción significa medir cuantitativamente la cantidad de forraje por hectárea que un potrero produce por unidad de tiempo.

Unidades de medida:

- **Crecimiento (rendimiento)** es la cantidad de fitomasa producida por un pastizal por hectárea y por unidad de tiempo. Comúnmente se expresa como kg de biomasa/ha/estación del año o como kg de biomasa/ha/año.
- **Disponibilidad del forraje** la cantidad de fitomasa acumulada por hectárea que está disponible en un momento determinado para consumo de los animales.

En condiciones de pastoreo se debe reconocer la existencia de dos condiciones del pastizal:

1. La cantidad de forraje disponible para consumo de los animales al inicio del pastoreo.
2. La cantidad de forraje que queda después que los animales han salido del pastoreo.

A la primera se la conoce como disponibilidad y a la segunda como residuo. La disponibilidad por tanto será la suma del residuo de pastoreo anterior más la biomasa (crecimiento) durante el periodo de descanso del pastizal antes del pastoreo presente. Para determinar el crecimiento del pastizal es necesario medir el residuo del pastoreo anterior y la disponibilidad antes del pastoreo presente.

CAPÍTULO III

Materiales y métodos

Esta investigación corresponde a la segunda fase de la investigación iniciada por Imbaquingo y Naranjo (2010), quienes analizaron el “Comportamiento inicial del aliso (*Alnus nepalensis* D. Don) y cedro tropical (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.), asociados con brachiaria (*Brachiaria decumbens* Stapf) y pasto miel (*Setaria sphacelata* (Shumach) Stapf & C.E. Hubb)”, en un periodo de 12 meses, entre mayo del 2008 a mayo del 2009.

Para el presente estudio, los datos de Imbaquingo y Naranjo (2010), se tomaron como datos iniciales: además, se usó la misma metodología para la toma de datos en el campo.

3.1 Caracterización del área de estudio

3.1.1 Clima

La investigación se desarrolló en la zona de Intag en los sectores San Luis, Quinde Talacos y Cuellaje.

El clima en los tres sitios es ecuatorial mesotérmico semihúmedo, presenta relieves entre 100 y 200 msnm, con temperaturas de 13°C y máximas de 25°C y una precipitación anual que varía entre 1000 y 200 mm. El área corresponde a la zona de vida bosque húmedo tropical Premontano (bh-PM), según el sistema de clasificación ecológica de Holdridge (INAMHI, 2006).

Los datos climáticos de los sitios donde se realizó la investigación se detalla en el siguiente cuadro 1:

Cuadro 1. Datos climáticos de los sitios de estudio

Datos climáticos	San Luis	Quinde Talacos	Cuellaje
Precipitación	2191.4 mm / año	2191.4 mm / año	1797.2 mm / año
Temperatura promedio	18.1 °C	18.1 °C	17 °C
Temperatura máxima	22 °C	22 °C	20.8 °C
Temperatura mínima	15.1 °C	15.1 °C	13.4 °C
Zona de Vida	Bosque húmedo Premontano	Bosque húmedo Premontano	Bosque húmedo Premontano

Fuente: INAMHI

3.1.2 Suelos

3.1.2.1 Descripción taxonómica a nivel de orden

González (1986) citado por Beltrán (2006), indica que los suelos donde se realizó la investigación corresponden al orden Inceptisol, los que se caracterizan por la presencia de minerales de desarrollo incipiente, poco profundos a muy profundos; el horizonte superficial es de colores claros (epipedón ócrico) o de colores oscuros (epipedón úmbrico) y el subsuelo tiene un horizonte alterado (horizonte cámbico) de textura franco arenosa muy fina a arcillosa, con estructura de suelo o ausencia de estructura de roca por lo menos en la mitad del volumen. Se presentan en relieves de planos a muy escarpados, la fertilidad se presenta de muy baja a alta. Son desarrollados de sedimentos aluviales, fluviales, coluviales, cenizas volcánicas, rocas básicas y ácidas. Son suelos que evidencian un incipiente desarrollo pedogénico, dando lugar a la formación de algunos horizontes alterados; pudiendo presentarse los procesos de traslocación y acumulación.

3.1.2.2 Fertilidad y condición química del suelo

Los suelos tienen un pH de 6.32 a 6.73; con un rango ligeramente ácido a neutro, lo que permite que las sustancias nutritivas estén disponibles para las plantas.

Los niveles del contenido de nutrientes son altos en calcio (Ca), magnesio (Mg) es medio, el potasio (K) es medio y el fósforo (P) se encuentra en nivel bajo en los tres sitios lo cual puede deberse a una intensiva labor agrícola y ganadera practicada anteriormente lo que agotado el fósforo (P) en el suelo. El contenido de nitrógeno (N) es medio en San Luis y Cuellaje, mientras en Quinde Talacos es bajo. Por otro lado, el contenido de materia orgánica en los tres sitios es alto (entre 8.03 a 12.45%), lo que favorece los procesos de absorción de nutrientes (Análisis químicos de suelos por tratamiento, 2008).

En perfiles del suelo en los tres sitios, se evidenció que en San Luis la profundidad efectiva del suelo es 49 cm, en Quinde Talacos es de 75 cm; y, en Cuellaje es 50 cm (Imbaquingo y Naranjo, 2010).

3.1.2.3 Pendientes

Para caracterizar las pendientes se usó el siguiente rango (Beltrán, 2006).

- *Plana*: Con un ángulo de 0° a 5° (0 a 9%)
- *Suavemente ondulada*: con un ángulo de 5° a 10° (9 a 18%)
- *Ondulada*: con un ángulo de 10° a 20° (18 a 37%)
- *Montañosa*: con un ángulo de 20° a 30° (37 a 58%)
- *Muy montañosa*: con un ángulo de 30° a 45° (58 a 100%)
- *Escarpada*: con un ángulo mayor a 45° (> al 100%)

Cuadro 2. Pendientes en los tres sitios de estudio

Morfometría	San Luis	Quinde Talacos	Cuellaje
%	24	76	44
Angulo	13.50°	36°	23.75°
Calificación	<i>Ondulada</i>	<i>Muy montañosa</i>	<i>Montañosa</i>

Fuente: Imbaquingo y Naranjo (2010)

3.1.2.4 Sitios específicos para el estudio

La investigación se realizó en tres sitios (cuadro 3).

Cuadro 3. Localización de los sitios y/o bloques donde se realizó la investigación

Localización	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
Provincia	Imbabura	Imbabura	Imbabura
Cantón	Otavalo	Otavalo	Cotacachi
Parroquia	Selva Alegre	Selva Alegre	Cuellaje
Comunidad	San Luís	Quinde Talacos	San Joaquín
Propietario	Augusto Flores	Milton López	Martha Angulo
Altitud	1654 msnm	1734 msnm	1970 msnm
Longitud	78° 34' 0.41" W	78° 33' 17.65" W	78° 32' 26.01" W
Latitud	0° 14' 30.82" N	0° 16' 51.85" N	0° 24' 16.33" N
Área de estudio	5000 m ² (1/2 ha)	5000 m ² (1/2 ha)	5000 m ² (1/2 ha)

Fuentes: Imbaquingo y Naranjo (2010)

3.2 Materiales

Se utilizó los siguientes materiales:

- Cinta diamétrica
- Hipsómetro
- Fundas para tomar las muestras de pastos
- Fundas para tomar las muestras de suelo
- Tijeras de podar
- Cuaderno de campo
- Cámara fotográfica
- Balanza

3.3 Métodos

3.3.1 Características del experimento

Para el estudio se usaron parcelas de 5000 m^2 (1/2 hectárea), cada una con 29 árboles, a un espaciamiento de $10 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ a tres bolillo. Las parcelas se dividieron en dos sub parcelas de 2500 m^2 , cada sub parcela con una especie de pasto (figura 2). Para evaluar el rendimiento de los pastizales, a los 24 meses de establecidos, se ubicaron cinco lotes de $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ (25 m^2). Los resultados se extrapolaron a la hectárea.

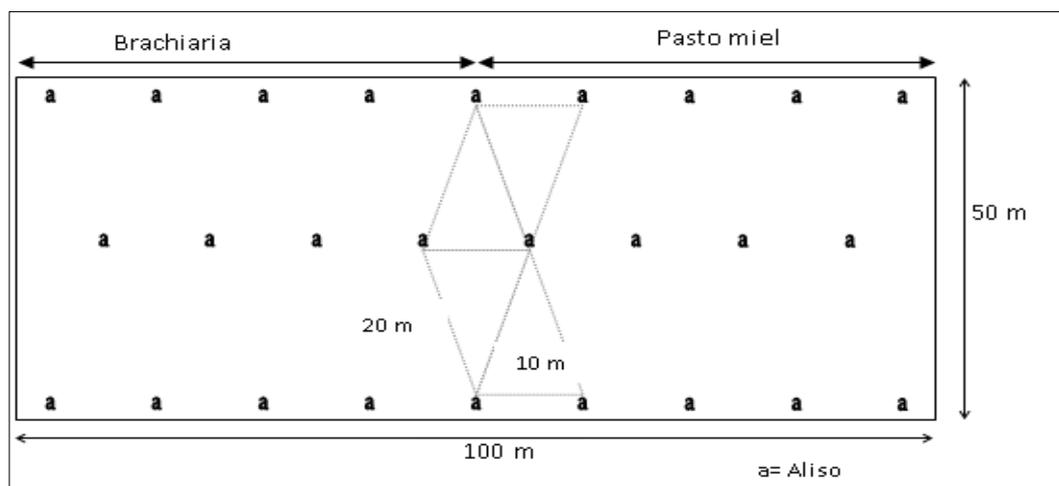


Figura 2. Distribución espacial de los tratamientos

3.3.2 Tratamientos

En el cuadro 4, se detalla los tratamientos usados en la presente investigación

Cuadro 4. Codificación de tratamiento

Tratamientos / Testigos	Nombre científico de las especies
A + B = Aliso + Brachiaria	A: <i>Alnus nepalensis</i> +B: <i>Brachiaria decumbens</i>
A + S = Aliso + Pasto miel	A: <i>Alnus nepalensis</i> + S: <i>Setaria sphacelata</i>
B = Brachiaria sola	B : <i>Brachiaria decumbens</i>
S = Pasto miel sola	S : <i>Setaria sphacelata</i>

3.3.3 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron:

- **Sobrevivencia**

A partir de la evaluación de sobrevivencia realizada por Imbaquingo y Naranjo (2010), se contó el número de árboles vivos de *Alnus nepalensis* en cada sitio, para determinar la sobrevivencia del *Alnus nepalensis* a los 24 meses de establecido la plantación.

- **Diámetro Basal**

El diámetro basal fue tomado con una cinta diamétrica, a cinco centímetros de altura del cuello de la planta.

- **Diámetro a la altura del pecho (DAP)**

El diámetro a la altura del pecho del *Alnus nepalensis*, se midió con una cinta diamétrica a 1.30 m desde el suelo.

- **Altura**

Para determinar el incremento en altura del *Alnus nepalensis*, se tomó mediciones cada tres meses y para la altura total se tomó la distancia vertical desde el suelo hasta el ápice de cada árbol utilizando un hipsómetro.

- **Diámetro de copa**

El diámetro de copa del *Alnus nepalensis* fue medido a los 24 meses, con un flexómetro, tomando dos mediciones de la proyección de la copa en sentido opuesto y calculando el diámetro promedio, para poder determinar el incremento medio anual a los 24 meses de establecida la plantación.

- **Determinación de la cantidad de nitrógeno incorporado al suelo**

A partir de los datos obtenidos por Imbaquingo y Naranjo (2010), en esta segunda fase de investigación se tomaron cinco muestras de suelo de 20 cm de profundidad, fueron mezcladas para obtener una muestra final, llevándose al laboratorio para determinar la cantidad de nitrógeno incorporado al suelo.

- **Evaluación individual de los árboles**

Se evaluó las características individuales de cada árbol utilizando los criterios sugeridas por el CONIF (2002). En el Cuadro 6 se detalla la escala que se aplicó:

Cuadro 5. Escala para la evaluación individual de los árboles

Símbolo		Significado	Valor de la escala
A	=	Recto	4
B	=	Bifurcado	3
T	=	Torcido	2
P	=	Partido o cortado	1
S	=	Suprimido	0
C	=	Clorosis o enfermos	

Fuente: CONIF (2002).

- **Producción de los pastizales**

Para medir la producción de los pastizales a los 24 meses de establecidos se delimitó cinco parcelas de 5 m x 5 m (25 m²) en cada tratamiento y en cada testigo. Dentro de las parcelas, cuando el pasto tuvo una altura promedio de 20 cm se cortó totalmente a 5 cm del suelo en las cinco submuestras.

Se separó una muestra de 300 a 500 gr en cada parcela del tratamiento y del testigo donde se pesó en verde, luego se secó en una estufa a temperaturas de 70 °C, para la

obtención del peso en seco, logrando así la determinación de la producción de la biomasa de los pastizales.

- **Análisis bromatológico (muestreo foliar)**

Las muestras del pasto se recolectaron tomando en cuenta la metodología de Estada; Zapata y Bazan (1972):

1. Se elaboró un croquis del terreno, señalando las parcelas con condiciones semejantes en topografía, suelo, drenaje, textura, color, vegetación y manejo.
2. Se recolectó 10 submuestras siguiendo un recorrido en zig-sag para cubrir toda el área.
3. El forraje fue cortado con tijera a una altura de 5 a 10 cm de la superficie del suelo.
4. Mezclado de las submuestras hasta obtener una muestra compuesta aproximadamente de un kg.
5. Se colocó la muestra compuesta en una funda de plástico, adicionar una etiqueta de identificación y cubrir con otra funda de plástico transparente.
6. Se remitió la muestra al laboratorio solicitando el porcentaje de proteína.

- **Evaluación de la aceptación del sistema silvopastoril**

Para determinar el grado de aceptación del sistema silvopastoril por parte de la comunidad se realizó encuestas al 20% de la población, ubicada en el área de influencia de la investigación.

3.3.4 Diseño Experimental

Se utilizó el diseño bloques al azar con tres repeticiones, aplicando el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij}	=	Observación en particular
U	=	Media general
T_i	=	Efecto de tratamiento.
B_j	=	Efecto de bloque.
E_{ij}	=	Error experimental.

3.3.5 Análisis estadístico

Una vez procesados los datos, se aplicó un análisis de varianza (Cuadro 5) y pruebas de Rango Múltiple:

Cuadro 6. Análisis de varianza

FV	GL	CM	FC
Tratamiento	4 – 1 = 3	Trat./Gl	
Bloques	3 – 1 = 2	Bloques/Gl	
Error	6	Error /Gl	
Total	11		

FV	=	Fuentes de variación
GL	=	Grados de libertad
CM	=	Cuadrado medio
FC	=	Fisher calculado

Las pruebas de rango múltiple fueron:

- Análisis de Correlación: se efectuó para determinar el grado de asociación entre las variables dasométricas diámetro basal – altura, dap – altura, estas relaciones permiten definir si la especie forestal presenta un crecimiento proporcional.
- Análisis de Regresión: para la especie forestal con una correlación significativa para las variables antes citadas, se aplicó modelos de regresión lineal para analizar tendencias y comportamientos, usando el modelo estadístico siguiente:

$$\text{Lineal} \quad : \quad \hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_i$$

\hat{Y}_i	=	Variable dependiente
X_i	=	Variable independiente
b_0	=	Intercepto
b_1	=	Pendiente lineal, tasa de crecimiento

3.3.6 Trabajo de campo

- Mantenimiento del ensayo

Se realizaron limpiezas trimestrales de la corona, esto a 1 m de diámetro alrededor de cada árbol plantado (labor del metro).

3.4 Determinación de costos

Para la determinación de costos se tomó en cuenta cada una de las actividades que se realizaron durante el segundo año de investigación, ara determinar el costo de mantenimiento de los sitios investigados.

CAPÍTULO IV

Resultados y Discusión

Los resultados de esta investigación se presentan según la codificación y descripción de los tratamientos siguientes:

A + B = *Alnus nepalensis* + *Brachiaria decumbens*

A + S = *Alnus nepalensis* + *Setaria sphacelata*

Cada uno de los tratamientos fue implementado en los sitios de San Luis, Quinde Talacos y Cuellaje por Imbaquingo y Naranjo en el período 2009 - 2010, por lo que los datos dasométricos del *Alnus nepalensis* a los 12 meses de edad publicados de su investigación “Comportamiento inicial del aliso (*Alnus nepalensis* D. Don) y cedro tropical (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.), asociados con brachiaria (*Brachiaria decumbens* Stapf) y pasto miel (*Setaria sphacelata* (Shumach) Stapf & C.E. Hubb)” servirán como datos iniciales para la interpretación de los datos a los 24 meses de edad.

4.1 Resultados de las variable dasométricas evaluadas de *Alnus nepalensis*

4.1.1 Sobrevivencia a nivel de tratamientos, sitios, sitios y tratamientos

En las figuras 3, 4 y 5 muestra la sobrevivencia a nivel de tratamientos, sitios y sitios y tratamientos, respectivamente (Anexo 1 al 3).

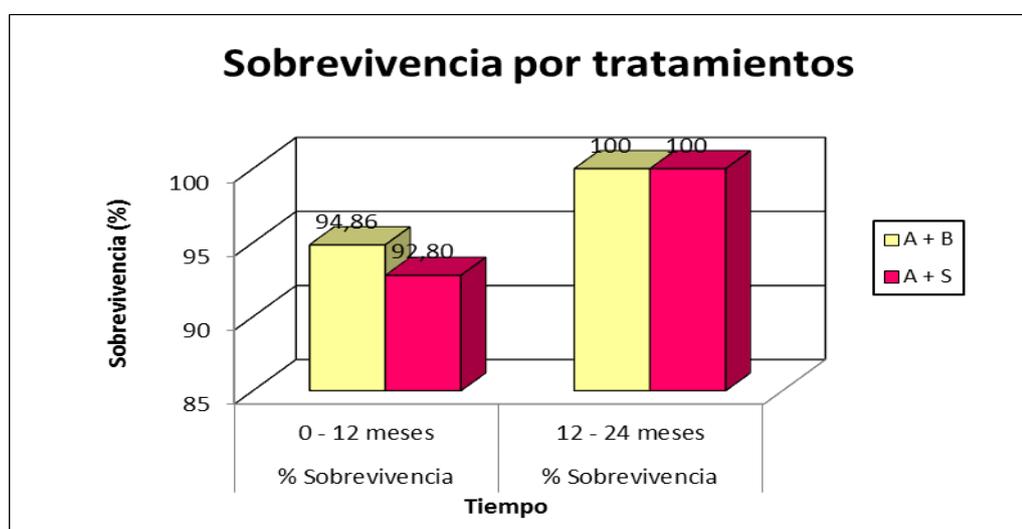


Figura 3. Sobrevivencia en porcentajes de los tratamientos a los 24 meses de edad.

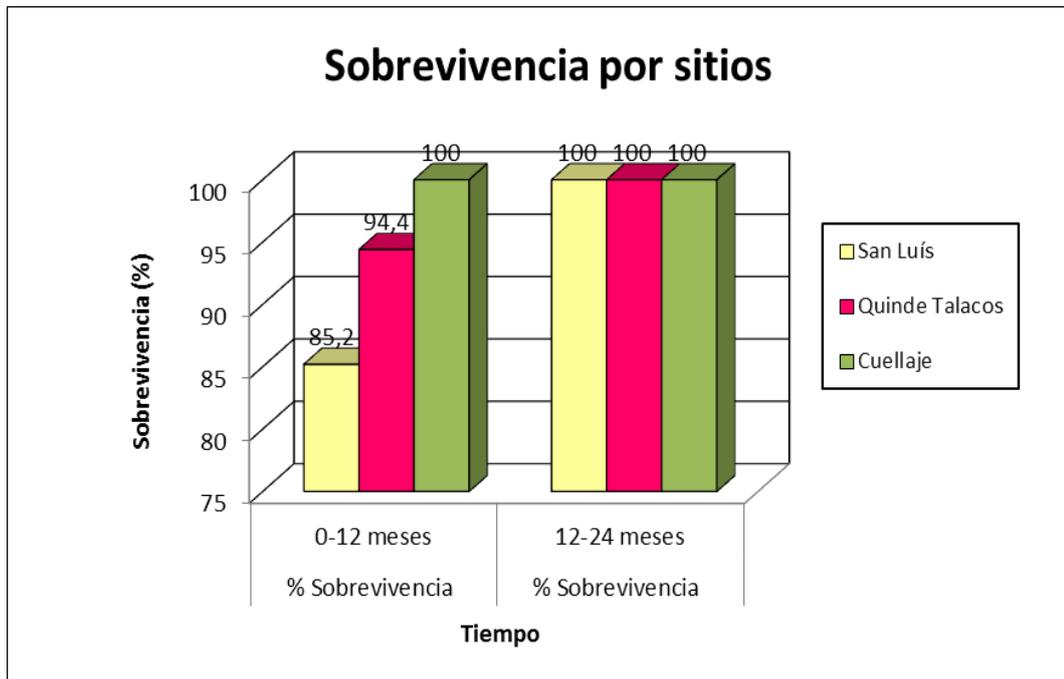


Figura 4. Sobrevivencia en porcentajes de los sitios a los 24 meses de edad.

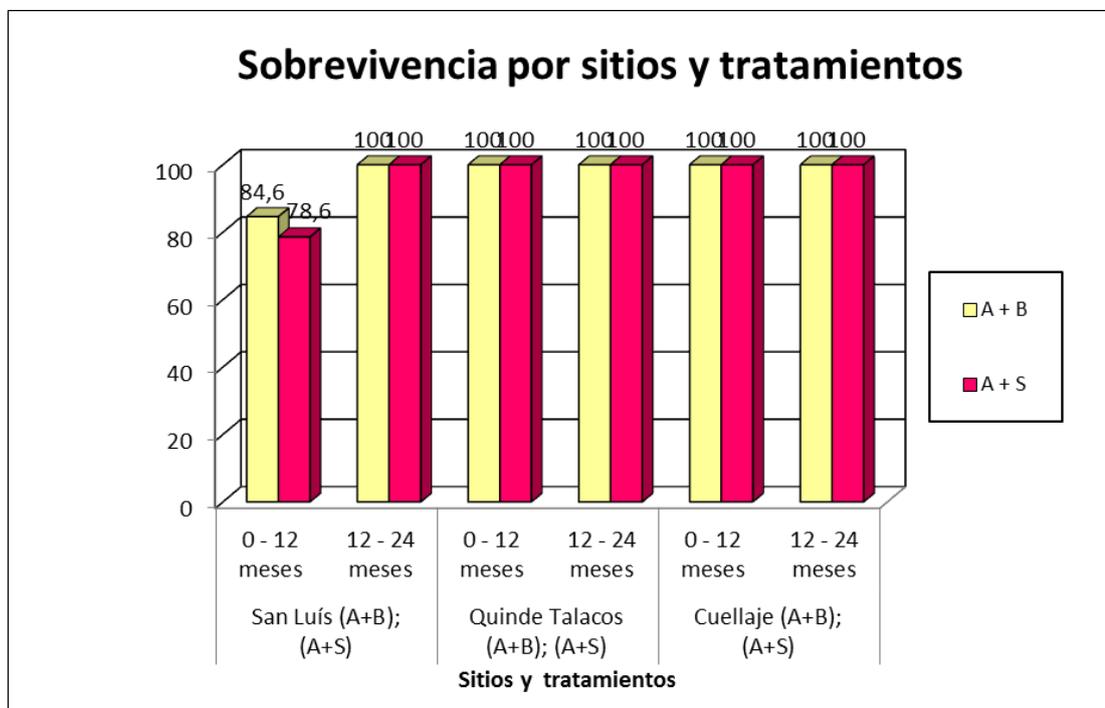


Figura 5. Sobrevivencia por sitios y tratamientos a los 24 meses de edad.

A los 12 meses la sobrevivencia a nivel de tratamientos fue en el asocio *Alnus nepalensis* con *Brachiaria decumbens* (A+B) con 94.86%, a nivel de sitios fue en Cuellaje con el 100% y a nivel de sitios y tratamientos se registró en los sitios Quinde Talacos y Cuellaje en los tratamientos *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) y *Alnus nepalensis* más *Setaria sphacelata* (A+S) el 100% (Imbaquingo y Naranjo, 2010). Mientras que a los 24 meses de edad a los tres niveles se registró una sobrevivencia del 100%, es decir no existió mortalidad.

4.1.2 Incremento medio anual de las variables dasométricas evaluadas de *Alnus nepalensis* a nivel de tratamientos

El cuadro 7 muestra los resultados a los 12 meses y 24 meses edad de *Alnus nepalensis* en los tratamientos *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) y *Alnus nepalensis* más *Setaria sphacelata* (A+S) (Anexos 4 al 7).

Cuadro 7. Incremento medio anual de las variables dasométricas evaluadas de *Alnus nepalensis* a nivel de tratamientos.

Tratamientos	Diámetro basal (cm)		DAP (m)		Altura (m)		Diámetro de copa (cm)	
	12 meses	24 meses	12 meses	24 meses	12 meses	24 meses	12 meses	24 meses
A+B	4.13	5.82	3.61	4.54	3.94	4.11	144.91	241.41
A+S	3.51	5.11	3.18	3.94	3.35	3.68	154.77	249.16

En el diámetro basal a los 24 meses de edad el mayor incremento registrado fue en el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) con 5.82 cm, mientras que el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Setaria sphacelata* (A+S) fue de 5.11 cm.

En lo que respecta al incremento medio anual del diámetro a la altura del pecho de *Alnus nepalensis*, a los 24 meses de edad se obtuvo el mayor incremento en el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) con 4.54 cm, mientras que en el asocio con *Setaria sphacelata* (A+S) el incremento fue de 3.94 cm.

En cuanto al incremento medio anual de la altura total de *Alnus nepalensis* a los 24 meses de edad, el mayor incremento se obtuvo en el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) con 4.11 cm, y el menor incremento en el asocio con *Setaria sphacelata* (A+S) con 3.68 cm.

En lo referente al incremento medio anual de diámetro de copa a los 24 meses de edad, se obtuvo en el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Setaria sphacelata* (A+S) con 249.16 cm, mientras que en el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) el valor medio fue de 241.41 cm.

4.1.3 Incremento medio anual de las variables evaluadas de *Alnus nepalensis* a nivel de sitios

El cuadro 8 muestra los resultados a los 12 meses y 24 meses edad de *Alnus nepalensis* en los tratamientos *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) y *Alnus nepalensis* más *Setaria sphacelata* (A+S) (Anexo 8 al 11).

Cuadro 8. Incremento medio anual de las variables dasométricas evaluadas de *Alnus nepalensis* a nivel de sitios.

Sitios	Diámetro basal (cm)		DAP (m)		Altura (m)		Diámetro de copa (cm)	
	12 meses	24 meses	12 meses	24 meses	12 meses	24 meses	12 meses	24 meses
San Luis	3.98	5.87	3.65	4.64	3.82	4.54	146.88	246.27
Quinde Talacos	2.92	5.67	2.54	4.4	3.11	3.81	156.44	254.74
Cuellaje	4.57	4.86	3.1	3.7	4.01	3.38	146.2	234.86

El incremento medio anual del diámetro basal de *Alnus nepalensis* a los 24 meses a nivel de sitios, se registro el mayor crecimiento en San Luis con 5.87 cm y el menor crecimiento en Cuellaje con 4.86 cm.

El incremento medio anual del diámetro a la altura del pecho de *Alnus nepalensis* a los 24 meses de edad a nivel de sitios, se registró el mayor incremento en San Luis con 4.64 cm y el menor incremento en Cuellaje con 3.70 cm.

En cuanto al incremento medio anual en la altura total de *Alnus nepalensis* por sitios a los 24 meses de edad, se obtuvo el mayor incremento en San Luis con 4.54 cm y el menor crecimiento en Cuellaje con 3.38 cm.

En lo referente al diámetro de copa a los 24 meses de edad, se obtuvo el mayor incremento medio anual en el sitio de Quinde Talacos con 254.74 cm, mientras que el menor incremento se registró en el sitio de Cuellaje con 234.86 cm.

4.1.4 Incremento medio anual de las variables dasométricas evaluadas de *Alnus nepalensis* a nivel de sitios y tratamientos

El cuadro 9 muestra los resultados a los 12 meses y 24 meses edad de *Alnus nepalensis* en los tratamientos *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) y *Alnus nepalensis* más *Setaria sphacelata* (A+S) (Anexo 12 al 15).

Cuadro 9. Incremento medio anual de las variables dasométricas evaluadas de *Alnus nepalensis* a nivel de sitios y tratamientos

Sitios y tratamientos	Diámetro basal (cm)		DAP (m)		Altura (m)		Diámetro de copa (cm)	
	12 meses	24 meses	12 meses	24 meses	12 meses	24 meses	12 meses	24 meses
San Luis A+B	4.58	5.61	3.55	4.28	4.54	4.54	138.15	234.15
San Luis A+S	3.37	6.15	3.37	5.03	3.09	4.54	155.61	258.38
Quinde Talacos A+B	2.87	6.00	2.51	4.66	3.14	4.02	155.38	261.15
Quinde Talacos A+S	2.96	5.35	2.58	4.16	3.09	3.62	157.5	248.32
Cuellaje A+B	4.95	5.84	4.1	4.69	4.14	3.79	141.19	228.92
Cuellaje A+S	4.19	3.96	3.29	2.77	3.88	3.01	151.21	240.79

En el caso del incremento medio anual del diámetro basal de *Alnus nepalensis* a nivel de sitio y tratamientos a los 24 meses de edad, el mayor incremento se obtuvo en San Luis en el asocio con *Setaria sphacelata* (A+S) con 6.15 cm, mientras que el menor incremento se registró en Cuellaje en el asocio con *Setaria sphacelata* (A+S) con 3.96 cm.

En lo que respecta al incremento medio anual del diámetro a la altura del pecho a nivel de sitio y tratamientos a los 24 meses de edad, se obtuvo el mayor incremento en San Luis en el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Setaria sphacelata* (A+S) con 5.03 cm, mientras que el menor incremento se registró en Cuellaje en el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Setaria sphacelata* (A+S) con 2.77 cm.

Para el caso del incremento medio anual del altura total de *Alnus nepalensis* por sitios y tratamientos a los 24 meses de edad, se obtuvo el mayor incremento en San Luis en el asocio con *Brachiaria decumbens* (A+B) y *Setaria sphacelata* con 4.54 m, mientras que el menor incremento se registró en Cuellaje en el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Setaria sphacelata* (A+S) con 3.01 m.

En lo referente al incremento del diámetro de copa a los 24 meses de edad, el mayor valor promedio se obtuvo en Quinde Talacos en el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) con 261.15 cm, mientras que el menor valor promedio se logró en Cuellaje en el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) con 228.92 cm.

4.1.5 Análisis de varianza de la variables dasométricas evaluadas de *Alnus nepalensis*

4.1.5.1 Diámetro basal

Del análisis de varianza a nivel de tratamiento en la primera medición del diámetro basal se obtuvo un valor significativo del 95% de probabilidad estadística; a nivel de sitios y tratamientos todas las mediciones mostraron diferencias altamente significativas del 99% de probabilidad estadística (Anexos 16 al 27).

Cuadro 10. Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad.

Tratamientos	Medias (cm)	n	Rango
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Setaria sphacelata</i> (A+S)	10.59	42	A
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Brachiaria decumbens</i> (A+B)	12.30	40	B

El Cuadro 10 muestra que los dos tratamientos fueron estadísticamente diferentes a nivel del 95% de probabilidad estadística, sobresaliendo el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) con 12.30 cm.

Cuadro 11. Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de sitios a los 24 meses edad

Sitios	Medias (cm)	n	Rango
Cuellaje	9.76	29	A
Quinde Talacos	11.36	29	B
San Luis	13.21	24	C

El Cuadro 11 indica que el diámetro basal de los tres sitios son estadísticamente diferentes a nivel del 95% de probabilidad estadística, aunque sobresale San Luis con una media de 13.21 cm. En este sitio el propietario realizó actividades de manejo tanto para el pastos y proteger los árboles de *Alnus nepalensis*, las cuales consistieron en colocar dentro de la parcelas una baja carga animal cada quince días, sobre el tronco de los árboles colocó repelente a fin de evitar el ramoneo del ganado, lo que coadyuvó al desarrollo del diámetro basal de la especie forestal.

4.1.5.2 Diámetro a la altura del pecho

Del análisis de varianza a nivel de tratamiento en la primera medición del diámetro a la altura del pecho se obtuvo un valor significativo del 95% de probabilidad estadística. A nivel de sitios y tratamientos todas las mediciones mostraron diferencias altamente significativas del 99% de probabilidad estadística (Anexos 28 al 39).

Cuadro 12. Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad.

Tratamientos	Medias (cm)	n	Rango
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Setaria sphacelata</i> (A+S)	8.18	42	A
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Brachiaria decumbens</i> (A+B)	9.62	40	B

El Cuadro 12 muestra que el diámetro a la altura del pecho de los dos tratamientos son estadísticamente diferentes a nivel del 95% de probabilidad estadística, sobresaliendo el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) con 9.62 cm.

Cuadro 13. Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de sitios a los 24 meses de edad.

SITIOS	Medias (cm)	n	Rango
Cuellaje	7.41	29	A
Quinde Talacos	8.83	29	B
San Luis	10.45	24	C

El Cuadro 13 muestra que el diámetro a la altura del pecho en los tres sitios son estadísticamente diferentes a nivel del 95% de probabilidad estadística, sobresaliendo San Luis con una media de 10.45 cm. Mientras que Cuellaje registró el menor incremento con 7.41 cm, es probable que este resultado fue influenciado por las actividades de pastoreo que se realizaron con mayor frecuencia y la sobre carga animal colocada en las parcelas investigadas.

4.1.5.3 Altura total

Del análisis de varianza a nivel de tratamiento en la primera medición de la altura total del *Alnus nepalensis* se obtuvo un valor significativo del 95% de probabilidad estadística. A nivel de sitios y tratamientos en todas las mediciones mostraron diferencias altamente significativas del 99% de probabilidad estadística (Anexos 40 al 51).

Cuadro 14. Prueba de Duncan para la altura total a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad.

Tratamientos	Medias (m)	n	Rango
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Setaria sphacelata</i> (A+S)	7.69	42	A
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Brachiaria decumbens</i> (A+B)	8.74	40	B

El Cuadro 14 muestra que la altura total en los dos tratamientos son estadísticamente diferentes a nivel del 95% de probabilidad estadística, sobresaliendo el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) con 8.74 m.

Cuadro 15. Prueba de Duncan para la altura total a nivel de sitios a los 24 meses de edad.

Sitios	Medias (m)	n	Rango
Cuellaje	6.79	29	A
Quinde Talacos	7.64	29	B
San Luis	10.21	24	C

El Cuadro 15 muestra que la altura total a los 24 meses de edad en los tres sitios son estadísticamente diferentes a nivel del 95% de probabilidad estadística, sobresaliendo San Luis con una media de 10.21 m. Mientras que Cuellaje registra el menor incremento de 6.79 m.

4.1.5.4 Diámetro de copa

Del análisis de varianza del diámetro de copa en la fuente de variación de sitios y tratamientos, se encontró diferencias altamente significativas a nivel de 99% de probabilidad estadística en las mediciones a los 24 meses de edad (Anexos 52 al 54).

Cuadro 16. Prueba de Duncan para el diámetro de copa a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad.

Tratamientos	Medias (cm)	n	Rango
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Setaria sphacelata</i> (A+S)	241.41	40	A
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Brachiaria decumbens</i> (A+B)	249.16	42	B

El Cuadro 16 detalla que el diámetro de copa a los 24 meses de edad en los dos tratamientos estadísticamente son diferentes a nivel del 95% de probabilidad estadística de los cuales sobresale el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) con 249.16 cm.

Cuadro 17. Prueba de Duncan para el diámetro de copa a nivel de sitios a los 24 meses de edad.

Sitios	Medias (cm)	n	Rango
Cuellaje	234.85	29	A
Quinde Talacos	246.26	24	B
San Luis	254.74	29	C

El Cuadro 17 muestra que el diámetro de copa en los tres sitios son estadísticamente diferentes a nivel del 95% de probabilidad estadística, sobresaliendo San Luis con 254.74 cm, mientras que Cuellaje registra el menor incremento con 234.85 cm.

4.1.6 Correlación entre las variable dasométricas evaluadas de *Alnus nepalensis*

4.1.6.1 Diámetro basal y altura total a nivel de tratamientos

El Cuadro 18 detalla el análisis de correlación entre los tratamientos *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) y *Alnus nepalensis* más *Setaria sphacelata* (A+S), con una asociación perfecta ya que sus coeficientes sobrepasa los valores tabulares.

Cuadro 18. Correlación diámetro basal y altura a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad.

Tratamientos	Correlación	Significancia	95%	99%
A + B	0.863	**	0.304	0.393
A + S	0.848	**	0.310	0.401

** Altamente significativo

4.1.6.2 Diámetro basal y altura total a nivel de sitios y tratamientos

El Cuadro 19 muestra el análisis de correlación en los sitios y tratamientos a los 24 meses de edad, donde se registran que los valores son altamente significativos, lo que indica el alto grado de asociación entre las variables analizadas.

Cuadro 19. Correlación diámetro basal y altura total a nivel de sitios y tratamientos a los 24 meses de edad.

Sitios y tratamientos	Correlación	Significancia	95%	99%
San Luis A + B	0.928	**	0.532	0.661
San Luis A + S	0.806	**	0.532	0.661
Quinde Talacos A + B	0.864	**	0.497	0.623
Quinde Talacos A + S	0.871	**	0.482	0.606
Cuellaje A + B	0.903	**	0.497	0.623
Cuellaje A + S	0.748	**	0.482	0.606

** Altamente significativo

4.1.6.3 Diámetro a la altura del pecho y altura total a nivel de tratamientos

El Cuadro 20 detalla el análisis de la correlación siendo altamente significativo entre las variables diámetro a la altura del pecho y la altura total de los tratamientos *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) y *Alnus nepalensis* más *Setaria sphacelata* (A+S) a los 24 meses de edad.

Cuadro 20. Correlación diámetro a la altura del pecho y altura total a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad.

Tratamientos	Correlación	Significancia	95%	99%
A + B	0.844	**	0.304	0.393
A + S	0.849	**	0.310	0.401

** Altamente significativo

4.1.6.4 Diámetro a la altura del pecho y altura total a nivel de sitios y tratamientos

El Cuadro 21 presenta el análisis de correlación del diámetro a la altura del pecho y la altura total en los tres sitios.

Los valores fueron altamente significativos en todos los casos, demostrando un alto grado de asociación entre las variables dasométricas evaluadas, es decir que tiene un crecimiento proporcional en diámetro a la altura del pecho y su altura.

Cuadro 21. Correlación diámetro a la altura del pecho y altura total a nivel de sitios y tratamientos a los 24 meses de edad.

Sitios y tratamientos	Correlación	Significancia	95%	99%
San Luis A + B	0.916	**	0.532	0.661
San Luis A + S	0.804	**	0.532	0.661
Quinde Talacos A + B	0.857	**	0.497	0.623
Quinde Talacos A + S	0.868	**	0.482	0.606
Cuellaje A + B	0.899	**	0.497	0.623
Cuellaje A + S	0.733	**	0.482	0.606

** Altamente significativo

4.1.7 Regresión lineal entre las variables dasométricas evaluadas del *Alnus nepalensis*

4.1.7.1 Diámetro basal y altura total a nivel de tratamientos

El Cuadro 22 presenta el análisis de la regresión lineal diámetro basal y altura total, evidenciando que el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) presenta el mayor coeficiente de determinación (R^2) 99.90%, mientras que el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Setaria sphacelata* (A+S) presenta el menor con 97.20%, lo que permite la estimación de alturas en base al diámetro basal, con la aplicación de las ecuaciones de regresión con un ajuste promedio a la recta del 98.55%.

Cuadro 22. Regresión lineal diámetro basal y altura total a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad.

Tratamientos	Ecuación	R^2
	$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_i$	
A + B	2.165 + 0.525 X	99.90%
A + S	1.946 + 0.549 X	97.20%

4.1.7.2 Diámetro basal y altura total a nivel de sitios y tratamientos

El Cuadro 23 muestra el análisis de la regresión lineal diámetro basal y altura total en los sitios San Luis, Quinde Talacos y Cuellaje. Evidenciando que los tratamientos implementados en el sitio de San Luis, *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) presenta el mayor coeficiente de determinación (R^2) 99.65%, mientras que el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Setaria sphacelata* (A+S) es el menor con el 93.07%, lo que indica que se puede estimar en los tres sitios las alturas en base al diámetro basal, con la aplicación de las ecuaciones de regresión con un ajuste promedio a la recta del 96.36%.

Cuadro 23. Regresión lineal diámetro basal y altura total a nivel de sitios y tratamientos a los 24 meses de edad.

Sitios y tratamientos	Ecuación	
	$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_i$	R^2
San Luis A + B	1.971 + 0.633 X	99.65%
San Luis A + S	2.225 + 0.588 X	93.07%
Quinde Talacos A + B	2.275 + 0.489 X	99.51%
Quinde Talacos A + S	1.888 + 0.508 X	99.50%
Cuellaje A + B	2.295 + 0.454 X	99.25%
Cuellaje A + S	1.881 + 0.537 X	95.58%

4.1.7.3 Diámetro a la altura del pecho y altura total a nivel a de tratamientos

El Cuadro 24 detalla el análisis de la regresión lineal del diámetro a la altura del pecho y altura total, evidenciando que el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) tiene el mayor coeficiente de determinación (R^2) 99.90%, mientras que el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Setaria sphacelata* (A+S) es el menor con 99.20%, permitiendo así estimar la altura total en base al diámetro a la altura del pecho, con la aplicación de las ecuaciones de regresión con un ajuste promedio a la recta del 99.55%.

Cuadro 24. Regresión lineal diámetro a la altura del pecho y altura total a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad.

	Ecuación	
Tratamientos	$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_i$	R²
A + B	2.339 + 0.644 X	99.90%
A + S	1.922 + 0.705 X	99.20%

4.1.7.4 Diámetro a la altura del pecho y altura total a nivel de sitios y tratamientos

El Cuadro 25 muestra el análisis de la regresión lineal diámetro a la altura del pecho y altura total en los sitios San Luis, Quinde Talacos y Cuellaje. Evidenciando que el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) implementado en el sitio de Quinde Talacos presenta el mayor coeficiente de determinación (R²) 99.90%, mientras que el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Setaria sphacelata* (A+S) establecido en Cuellaje presenta el menor coeficiente de determinación (R²) 92.80%, lo que indica que se puede estimar en los tres sitios las alturas en base a la altura del pecho, con la aplicación de las ecuaciones de regresión con un ajuste promedio a la recta del 96.35%.

Cuadro 25. Regresión lineal diámetro a la altura del pecho y altura a nivel de sitios y tratamientos a los 24 meses de edad.

	Ecuación	
Sitios / tratamientos	$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_i$	R²
San Luis A + B	2.150+ 0.796 X	99.55%
San Luis A + S	1.381 + 0.777 X	99.25%
Quinde Talacos A + B	2.366 + 0.612 X	99.90%
Quinde Talacos A + S	1.939 + 0.642 X	99.71%
Cuellaje A + B	2.606 + 0.526 X	98.71%
Cuellaje A + S	2.420 + 0.674 X	92.80%

4.2 Discusión de las variable dasométricas evaluadas de *Alnus nepalensis*

4.2.1 Sobrevivencia

Barakoti, (2001) en Dhankuta – Nepal (precipitación: 1350 mm; altitud: 1200 msnm), tuvo una sobrevivencia del 91%; Imbaquingo y Naranjo (2010) registraron la mayor sobrevivencia de las especies forestales a los 12 meses de edad, en Cuellaje

con un promedio de 100%, mientras que en Quinde Talacos la sobrevivencia alcanzó un promedio de 94,4%, y San Luis presentó la menor sobrevivencia con 85,2%.

En la presente investigación la sobrevivencia desde los 12 a los 24 meses fue del 100% en todos los sitios, superior a las investigaciones citadas, debido a que las condiciones edafo-climáticas de los sitios de investigación son compatibles a los requerimientos ambientales de la especie, así que ésta presentó una buena adaptabilidad.

4.2.2 Diámetro basal

En el incremento medio anual del diámetro basal de *Alnus nepalensis* a los 24 meses de edad a nivel de sitios, se registró el mayor incremento en San Luis con 5.87cm, en Quinde Talacos 5.67 cm y en Cuellaje 4.86 cm.

El incremento del diámetro basal que se obtuvo en *Alnus nepalensis* en San Luis fue a causa de las actividades que realizó el propietario durante el segundo año, las cuales consistieron en la implementación de un pastoreo intercalado; en cambio en los otros dos sitio realizaron pastoreo continuo.

Cabe indicar que a los 12 meses de investigación (Imbaquingo y Naranjo, 2010) el promedio del diámetro basal fue de 3.65 cm en San Luis, 2.54 cm en Quinde Talacos y 4 cm en Cuellaje. Por lo que a los 24 meses de edad en el sitio de San Luis obtuvo el *Alnus nepalensis* el mayor incremento, esto pudo suceder ya que los árboles durante la investigación fueron protegidos con repelente para evitar el ramoneo del ganado.

4.2.3 Diámetro a la altura del pecho

Según Barakoti, (2001) en Dhankuta-Nepal, el *Alnus nepalensis* alcanzó un crecimiento promedio de 1.63 cm de diámetro a la altura del pecho en el segundo año.

A los 12 meses de edad, Imbaquingo y Naranjo (2010), obtuvieron el mayor incremento con 4.57 cm en Cuellaje, seguido por San Luis 3.82, y el menor

incremento en Quinde Talacos con 2.92 cm, cuyo incremento promedio fue de 3.77cm.

Paspuel, (1993) al investigar el crecimiento inicial de *Alnus acuminata* en Conocoto asociado con pastos a los cuatro años de edad obtuvo un incremento medio anual de diámetro a la altura del pecho de 2.04 cm

En el incremento medio anual del diámetro a la altura del pecho de *Alnus nepalensis* a los 24 meses de edad a nivel de sitios, se registró el mayor incremento en San Luis con 4.64 cm, superior a las fuentes citadas, seguido por Quinde Talacos con 4.40, únicamente inferior a Cuellaje (Imbaquingo y Naranjo, 2010) y el menor incremento en Cuellaje con 3.70 cm, valor superado por los registrados por Imbaquingo y Naranjo (2010) en San Luis y Cuellaje.

4.2.4 Altura total

Según Barakoti (2001), en Dhankuta – Nepal, el *Alnus nepalensis* alcanzó un crecimiento promedio de 0.46 m de altura total en el segundo año. Imbaquingo y Naranjo (2010), a los 12 meses de edad a nivel de sitios obtuvieron un incremento en la altura de 3.82 m en San Luis, de 3.11 m en Quinde Talacos y 4.01 m en Cuellaje.

Paspuel, (1993) al investigar el crecimiento inicial de *Alnus acuminata* en Conocoto asociado con pastos a los cuatro años de edad obtuvo un incremento medio anual de altura total de 1.06 m.

En el incremento medio anual en la altura de *Alnus nepalensis* por sitios a los 24 meses de edad, se obtuvo el mayor incremento en San Luis con 4.54 cm, superior a los registrados en las investigaciones citadas; seguido por Quinde Talacos con 3.81, únicamente inferior a Cuellaje (Imbaquingo y Naranjo, 2010), el menor crecimiento en Cuellaje con 3.38 cm, este incremento inferior se puede deber a que en este predio las actividades de pastoreo fueron más frecuentes, inferior a Cuellaje y San Luis (Imbaquingo y Naranjo, 2010).

4.2.5 Diámetro de copa

Paspuel, (1993). Al investigar el crecimiento inicial de *Alnus acuminata* en Conocoto asociado con pastos a los cuatro años de edad obtuvo un incremento medio anual de altura total de 43 cm.

Imbaquingo y Naranjo (2010), a los 12 meses de establecido los tratamientos y analizado por sitios, obtuvieron el mayor incremento en Quinde Talacos con 156.44 cm, seguido por San Luis y Cuellaje con 146.88 y 146.20 cm respectivamente

En lo referente al diámetro de copa a los 24 meses de edad, se obtuvo el mayor incremento medio anual en el sitio de Quinde Talacos con 254.74 cm; en San Luis se registró un incremento de 246.27 cm; mientras que en Cuellaje el valor fue de 234.86 cm; estos valores son muy superiores a los obtenidos en las fuentes citadas, ya que la especie ha demostrado un buen desarrollo hasta el segundo año de edad.

4.3 Incremento de nitrógeno en el suelo

Una vez realizados los análisis químicos de suelo, al inicio y al final de la investigación, se obtuvieron los siguientes resultados (Anexo 55).

Cuadro 26. Incorporación del nitrógeno en el suelo en los sitios de estudios.

Sitio	Tratamiento A+B		Tratamiento A+S	
	Análisis Final del Nitrógeno		Análisis Final del Nitrógeno	
	Valor (ppm)	Valor (kg/ha)	Valor (ppm)	Valor (kg/ha)
San Luis	32.42	64.84	33.71	67.42
Quinde Talacos	27.2	54.4	22.04	44.08
Cuellaje	45.38	90.76	28.53	57.06

El cuadro 26 muestra que el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) en Cuellaje obtuvo el mayor aporte de nitrógeno con 90.76 kg/ha; además, cabe indicar que en ese mismo sitio el contenido de fosforo alcanzó los 10.92 kg/ha, superando a los otros dos sitios.

Imbaquingo y Naranjo (2010), como resultado de su investigación a los 12 meses de edad, en Cuellaje en el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B), obtuvieron un incremento de 60.40 Kg/ha, lo que nos permite determinar que este tratamiento a los 24 meses de edad, aún sigue siendo el que mayor contenido de nitrógeno ha fijado al suelo. Lo que nos permite afirmar que el *Alnus nepalensis* es un especie que aporta nitrógeno al suelo. Además se observó que el aporte de nitrógeno en los tres sitios son diferentes, según Quiroga y Bono (2008), afirman que sin la cantidad de fósforo adecuada, las fijadoras de nitrógeno como el *Alnus nepalensis* no son muy efectivas. Por ejemplo *Alnus rubra* dobló su producción vegetativa y aumento cuatro veces más su fijación de nitrógeno con fertilización de fósforo, la escasez de estos elementos químicos básicos son el resultado de un crecimiento que oscila entre bajo a mediano y la recuperación del suelo se toma más lenta.

4.4 Incidencia de plagas en el *Alnus nepalensis*

Según Little (1983), el *Alnus nepalensis* es muy susceptible al ataque de insectos defoliadores como *Oreina* sp., *Anomala* sp., y barrenadores del tallo como *Batocera* sp., y posiblemente, *Zeuzera* sp., un áfido, *Eutfichosiphum alnifoliae*, es una plaga de importancia económica, pese a ser una especie susceptible al ataque de estos insectos, a los 24 meses de edad la plantación de *Alnus nepalensis* no sufrió ningún tipo ataque de plagas ni enfermedades en los sitios investigados San Luis, Quinde Talacos y Cuellaje; por lo que se concuerda con Imbaquingo y Naranjo (2010) que no identificaron ninguna enfermedad a los 12 meses de edad, en los mismo sitios. Por lo tanto, no se evidenciaron individuos torcidos ni bifurcados, es decir, que todos los árboles presentaron un fuste recto.

4.5 Productividad de los pastos y análisis bromatológico

En el Cuadro 27 se detallan los datos obtenidos de la productividad de los pastos a los 24 meses de establecido el ensayo. La mayor productividad se obtuvo en el pasto *Brachiaria decumbens* en Cuellaje con 16 805 kg biomasa/ha; en tanto que el pasto *Setaria sphacelata* alcanzó la mayor productividad en San Luis con 11 236 kg biomasa/ha.

Cuadro 27. Cuadro de la producción (kg/ha) en los sitios de estudio

Especie de pastos	Sitios	Producción (kg biomasa/ha)
<i>Brachiaria decumbens</i>	San Luis	9498
	Quinde Talacos	7845
	Cuellaje	16805
<i>Setaria sphacelata</i>	San Luis	11236
	Quinde Talacos	6894
	Cuellaje	9804

A los 12 meses de edad Imbaquingo y Naranjo (2010), obtuvieron una producción de 15 300 kg biomasa/ha en el pasto *Brachiaria decumbens* en Cuellaje y en el pasto *Setaria sphacelata* obtuvieron una producción de 10 245 kg biomasa/ha en San Luis, lo que nos permite determinar que las condiciones de suelos han permitido obtener la mayor producción en los mismos sitios a los 24 meses de edad.

Cuadro 28. Resultados del análisis bromatológico de los pastos

Sitios	Parámetros analizados	Unidad	Resultados			
			A + B	A + S	B	S
San Luis	Proteína (N*6.25)	%	26.34	25.92	26.57	26.80
Quinde Talacos	Proteína (N*6.25)	%	25.87	25.17	26.12	25.80
Cuellaje	Proteína (N*6.25)	%	25.81	25.13	26.02	23.94

En el cuadro 28, se detalla los resultados obtenidos del análisis bromatológico de los pastos asociados, donde a nivel de sitios y tratamientos se obtuvo el mayor contenido de proteína cruda fue en el tratamiento *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) en San Luis con 26.34%, y el menor porcentaje fue en tratamiento *Alnus nepalensis* más *Setaria sphacelata* (A+S) en el sitio de Cuellaje con 25.13% (Anexo 56).

Además se puede evidenciar que los valores obtenidos de los resultados del pasto *Brachiaria decumbens* sola y pasto miel *Setaria sphacelata* sola no varían en gran proporción con los valores de los tratamientos, ya que es recomendable evaluar a los cinco años de establecido el tratamiento.

4.6 Evaluación de la aceptación y adoptabilidad del sistema silvopastoril

Para evaluar la aceptación del sistema silvopastoril se realizó una encuesta (Anexo 57), dirigida a los 20 integrantes del grupo de Intag Leche de la parroquia de Cuellaje, lo que me permitió determinar que el grado de aceptación en lo referente a la aplicación de los sistemas silvopastoriles es positiva, los participantes durante sus actividades de ganaderos en sus predios han asociado especies forestales nativas y el aliso *Alnus nepalensis* formando cercas vivas, cortinas rompevientos, árboles dispersos en los potreros con la finalidad de mejorar el pasto, por lo que conocen de los beneficios ambientales que esta especie genera.

Todos los encuestados desean replicar este tipo de práctica silvopastoril Aliso más pastos, para poder aprovechar los beneficios que brinda esta especie forestal, como la fijación de nitrógeno al suelo y por ende el incremento en proteína a los pastos y la sombra que se obtiene para el ganado.

4.7 Costos del mantenimiento del sistema silvopastoril

El mantenimiento de las pacerlas de 500 m² establecidas en los sectores de San Luis, Quinde Talacos y Cuellaje, en las cuales se realizó la presente investigación tuvo un costo promedio de 53.80 dólares americanos, ya que se realizaron en la mitad del periodo de investigación el coronamiento, la poda de *Alnus nepalensis* y la corta de los pastos.

Se estima que el costo de mantenimiento de un sistema silvopastoril en una hectárea es de 1 076 dólares americanos. Cabe indicar que en este periodo se realizó el coronamiento como control fitosanitario y evitar que el ganado se alimente del pasto bajo la copa de los árboles de *Alnus nepalensis* y pueda hacer alguna daño físico en el fuste de la especie.

Cuadro 29. Cuadro del costo de mantenimiento de las parcelas investigadas a nivel de sitios

Actividades realizadas	Cantidad	Costo unitario (\$ USA)	Costo Total (\$ USA)
Mantenimiento de la plantación: podas y coronamiento	1 jornalero por un días	16.90	16.90
Corta de los pastos	1 jornalero por un días	16.90	16.90
Alquiler de herramientas	1 tijera de podar 1 moto guadaña	20	20
Costo Total			53.80

CAPÍTULO V

Conclusiones

De los resultados obtenidos en la presente investigación se derivan las siguientes conclusiones:

- La sobrevivencia de la especie forestal en todos los tratamientos fue del 100%.
- A los 24 meses de edad la especie forestal *Alnus nepalensis* obtuvo un incremento en las variables dasométricas de 5.47 cm en su diámetro basal; 4.25 cm de diámetro a la altura del pecho; 3.91 m en la altura total y 245.29 cm en el diámetro de copa.
- Al no existir ataque de ninguna plaga o enfermedad en el *Alnus nepalensis* no se evidencio individuos torcidos ni bifurcados, es decir, que todos los árboles presentaron un fuste recto.
- Del análisis de variancia realizado en los tres niveles las diferentes variables evaluadas, demostraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos investigados.
- La mayor producción alcanzó en el pasto *Brachiaria decumbens* en Cuellaje con 16805 kg biomasa/ha, mientras que el pasto *Setaria sphacelata* su mayor producción fue en San Luis con 11236 kg biomasa/ha.
- Del análisis químico de suelo efectuados en los diferentes sitios de la investigación, se determinó que en Cuellaje en el asocio *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) obtuvo el mayor aporte de nitrógeno al suelo, evidenciándose que este tipo de asocio son adecuados para las condiciones de suelo y clima del área de investigación.
- El costo de mantenimiento de este tipo de sistema silvopastoril en un hectárea en de 1 076 dólares americanos, cabe indicar que este rubor es alto, pero la inversión de justifica con las mejoras que se realizan en el predio, ya que mejora el microclima, e incrementa su plusvalía.
- El 100% de los encuestados conocen de los beneficios ambientales que brinda la especie forestal, por lo que aceptan positivamente a las practicas silvopastoriles asociadas con el *Alnus nepalensis*.

CAPÍTULO VI

Recomendaciones

- Continuar con la evaluación de la especie forestal *Alnus nepalensis*; así como también sobre la producción de los pastizales.
- Organizar con el Grupo Intag Leche de la parroquia de Cuellaje, la identificación de las áreas que desean recuperar y manejar los potreros, a fin de replicar este ensayo.
- Continuar con la evaluación de la incorporación de nitrógeno fijado por el *Alnus nepalensis* en el sistema silvopastoril.
- Analizar dentro del sistema silvopastoril nuevas variables adafoclimáticas de los sitios.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

- BARAKOTI, T. (2011)** Crecimiento de Uttis (*Alnus nepalensis*) seguimiento en un ensayo de plantación en Pakhribas, Dhankuta-Nepal. Pp. 23-30.
- BELSKY, A. J. MWONGA, S.M., y DUXBURY, J.M. (1993)** Effects of widely spaced trees and livestock grazing on understory environments in tropical savannahs. *Agroforestry Systems* 24: 1-20.
- BRONSTEIN, G.E. (1984)** Producción comparada de una pastura de *Cynodon plectostachyus* asociada con árboles de *Cordia alliodora*, asociada con árboles de *Erythrina poeppigiana* y sin árboles. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. UCR-CA-TIE. 110p.
- CAÑAS, R., y AGUILAR, C. (1992)** Uso de la bioenergética en producción de bovinos. San José, Costa Rica. IICA-RISPAL. Pp. 7-100.
- CATIE, (1991)** Sistemas Silvopastoriles para el Trópico Húmedo Bajo. 2° Informe Anual. Fase II Proyecto CATIE/MAG/IDA/CIID 3-P-89-0114. Turrialba, Costa Rica. CATIE.
- CATIE, (1998)** Sistemas Silvopastoriles para el Trópico Húmedo Bajo. 2° Informe Anual, Fase II Proyecto CATIE/MAG/IDA/CIID 3-P-89-0114. Turrialba, Costa Rica. CATIE.
- CHEE, Y.K., y FAIZ, A. (1991)** Sheep grazing reduces chemical weed control in rubber. *ACIAR Proceeding* N° 32. Pp. 120-123.
- CONIF, (2002)** Manual de Plantaciones Forestales, serie de documentación N° 46, Bogotá, Colombia - Diciembre de 2002. Pág. 73
- COUTO, L., ROATH, R.L, BETTERS, D.R. GARCÍA, R., y ALMEIDA, J.C.C. (1994)** Cattle and sheep in eucalypt plantations: a silvopastoral alternative in Minas Gerais, Brazil. *Agroforestry Systems* 28: 173-185.
- DART, P.J. (1994)** Microbial symbioses of tree and shrub legumes. Wallingford, U.K. CAB International. Pp. 143-157.
- DJIMDE, M., TORRES, F., y MIGONGO-BAKE, W. (1989)** Climate, animal and agroforestry. Nairobi, Kenya. ICRAF. Pp. 463-470.

- DUKE J, 1983.** Manual de cultivos energéticos. Birmania. FAO, boletín técnico N° 32. Pág. 102 – 103.
- ESCOBAR, A., ROMERO, E., y OJEDA, A. (1996)** El mata ratón (*Gliricidia sepium*) un árbol multipropósito. Caracas, Venezuela. Fundación Polar-Universidad Central de Venezuela.
- ESCOBAR, O. (2003)** Evaluación de Gramíneas, Leguminosas herbáceas y Arbustivas en Cuatro Sistemas Agrosilvopastoriles Durante el Establecimiento, en Seis Localidades de la Amazonía Ecuatoriana. Ibarra – Ecuador. Pág. 15 – 26.
- ESTADA J., ZAPATA F. y BAZAN R. (1972)** Manual de análisis de suelos y plantas. Pe. Lima. Universidad Nacional Agraria La Milina, Departamento de Suelos y Geología p. 1-21.
- FAUSTINO, J. (1994)** Conservación de suelos en parcelas de elevada pendiente con plantación de leñosas forrajeras y pasto. CATIE, Serie técnica, Informe Técnico N° 236, vol. 2. Pp. 583-597.
- HERRICK, J. (1993)** Restoration of tropical pasture ecosystems and the role of cattle dung patches. PhD Thesis. Ohio, USA. Ohio State University.
- HORNE, P.M. y BLAIR, G.J. (1991)** Forage tree legumes. IV. Productivity of leucaena/grass mixtures. Australian Journal of Agricultural Research 42: 1231- 1250.
- HUMPHREYS, L.R. (1991)** Tropical pasture utilization. Cambridge, U.K. Cambridge University Press.
- IMBAQUINGO, E. y NARANJO, D. (2010)** Comportamiento inicial de aliso (*Alnus nepalensis* D. Don) y cedro tropical (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight y Arn), asociados con brachiaria (*Brachiaria decumbens* Staff.) y pasto miel (*Setaria sphacelata* (Schumach) Staff y C. E. Hubb). Pág. 15-60.
- INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP), ESTACIÓN EXPERIMENTAL NAPO - PAYAMINO, (1997)** Manual de Pastos Tropicales Para la Amazonía Ecuatoriana, Imprimax, Sección de comunicaciones del INIAP, Manual No 33, Quito –Ecuador. Pág. 25 – 26.

- JONES, R.M., y SIMAO NETO, M. (1987)** Recovery of pasture seed ingested by ruminants. 3. The effects of the amount of seed in the diet and diet quality on seed recovery from sheep. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal husbandry* 27: 253-256.
- KIRMSE, R.D., PROVENZA, F.D., y MALECHEK, J.C. (1987)** Clear – cutting Brazilian caatinga: assessment of a tradicional grazing management practice. *Agroforestry Systems* 5: 429-441.
- LIBREROS, H.F., BENAVIDES, J.E., KASS, D., y PEZO, D. (1994a)** Productividad de una plantación asociada de poró (*Erythrina poeppigiana*) y King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*). CATIE., Serie técnica, Informe Técnico N° 236, vol. 2. Pp. 453-474.
- LITTLE. (1983)** Manual de Especies Energéticas. McClain Printing Company, USA. Pág. 69 – 70.
- MAS, C. (2007)** Programa Nacional Pasturas y Forrajes. Revista INIA, Bogotá - Colombia. Editorial ABC, Pág. 5 – 6.
- NAIR, P.K.P. (1993)** An introduction to agroforestry Dordrecht, The Netherlands. Kluwer academic.
- NAIR, P.K.P., KANG, B.T., y KASS, D.C.L. (1995)** Nutrient cycling and soil-erosion control in agroforestry systems. ASA Special Publication N° 60. Pp. 117-138.
- NAPIER, I. (1989)** Bosque de semillas y vivero, práctica en Nepal. Proyecto de Investigación Forestal del Reino Unido, Katmandú - Nepal. Pág. 35 – 36.
- NORTON, B.W. (1994b)** Tree legumes as dietary supplements for ruminants. Wallingford, U.K. CAB International. Pp. 192-201.
- NORTON, B.W., WILSON, J.R., SHELTON, H.M. y HILL, K.D. (1991)** The effect of shade on forage quality. ACIAR Proceedings N° 32. Pp. 83-88.
- OVALLE, C., y AVENDAÑO, J. (1988)** Interacciones de la strate ligneuse avec la strate herbacee dans les formations of *Acacia caven* (Mol.) Hook et Arna u Chili. 2. Influence de liarbre sur quelques elements du lieu: microclimat et sol. *Oecologia Plantarum* 9: 113-134.

- PALADINES, O. (1992)** Medida de la producción primaria de los pastizales. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito – Ecuador. Pág. 1-3.
- PASPUEL, L. (1993)** Evaluación del crecimiento del aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) en asocio con Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Conocoto-Quito.
- PAYNE, W.J.A. (1985)** A review of the possibilities for integrating cattle and tree crop production systems in the tropics. *Forest Ecology and Management* 12: 1-36.
- PEZO, D. (1987)** Nutritional diversity of maritime accessions of the Virgata Section of Panicum. Ph.D. thesis. Raleigh, USA. North Carolina State University.
- PEZO, D. (1994)** Interacciones suelos – planta – animal en sistemas de producción animal basados en el uso de pasturas: algunas experiencias en el trópico húmedo. Maracaibo, Venezuela. Universidad de Zulia. Pp. 113-140.
- PEZO, D., y IBRAHIM, M. (1996)** Sistemas silvopastoriles: una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. En 1er. Foro Internacional sobre “Pastoreo Intensivo en Zonas Tropicales”. Veracruz, México, 7-9 noviembre 1996. Morelia, México. FIRA – Banco de México. 39 p.
- PEZO, D., y ROMERO, F., y IBRAHIM, M. (1992)** Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. Santiago, Chile. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Pp 47-98.
- PEZO, D., KASS, D., BENAVIDES, J., ROMERO, F., y CHAVES, C., (1990)** Potencial of legume tree fodders as animal feed in Central America. Ottawa, Canada. IDRC. Pp. 163-175.
- PINZON, A. y AMÉSQUITA, E. (1991)** Compactación de suelos por el pisoteo de animales e pastoreo en el pie de monte amazónico de Colombia. *Pasturas tropicales (Colombia)* 13(2): 21:26.
- PUTNAM, A.R. (1988)** Allelopathy problems and opportunities in weed management. Boca Ratón, USA. CRC Press. Pp. 78-86.
- REYNOLDS, S.C. (1995)** Pasture – cattle – coconut systems. Bangkok, Thailand. FAO, Regional Office for Asia and the Pacific.

- RUSSEL, C., y GRACE, J. (1978)** The effect of windspeed on the growth of grasses. *Journal of Applied Ecology* 16: 507-514.
- SANDERSON, M.A., STAIR, D.W., y HUSSEY, M.A. (1997)** Physiological and morphological responses of perennial forages to stress. *Advances in Agronomy* 59: 171-224.
- SHELTON, H.M. (1991)** Productivity of cattle under coconuts. *ACIAR proceedings* N° 32. Pp. 92-96.
- SMITH, M.A., y WHITAMAN, P.C. (1985)** Animal production from rotationally-grazed natural and sown pastures under coconuts at three stocking rates in the Solomon Islands. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)* 104: 173-180.
- SOMARRIBA, E. (1985)** Arboles de guayaba (*Psidium guajaba L.*) en pastizales. 2. Consumo de fruta y dispersión de semillas. *Turrialba (Costa Rica)*. 35: 329-332.
- STUR, W.W., SHELTON, H.M, y GUTTERIDGE, R.C. (1994)** Defoliation management of forage tree legumes. Wallingford, U.K. CAB International. Pp. 158-167.
- SZOTT, L.T., PALM, C.A., y SANCHEZ, P.A. (1991)** Agroforestry in acid soils in the humid tropics. *Advances in Agronomy* 45: 275-301.
- TORRES, F. (1987)** Role of wood perennials in animal agroforestry. Nairobi, Kenya. ICRAF. Pp. 266-316.
- VAN SOEST, P.J. (1982)** Nutritional ecology of the ruminants. Corvallis, USA. O&B Books.
- WESTON, R.H. (1982)** Animal factors affecting intake. En Hacker, J.B. (ed). *Nutritional limits to animal production from pastures*. Framham Royal, UK. CAB. Pp. 183-198.
- WHITEMAN, P.C. (1980)** *Tropical Pasture Science*. Oxford, U.K. oxford Univ. Press.
- WILKINSON, S.R., y LOWREY, R.W. (1973)** Cycling of mineral nutrients in pasture ecosystems.
- WILSON, J. R. (1982)** Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. Farmham Royal, UK. CAB. Pp. 111-131.

WILSON, J. R., y LUDLOW, M.M. (1991) The environment and potential growth of herbage under plantations. Camberra, Australia. ACIAR. Pp. 10-24.

WONG, C.C. (1991) Shade tolerance of tropical forages: a review. ACIAR Proceedings N° 32. Pp. 64-67.

ZELADA, E.E. (1996) Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la Zona Atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE, 88p.

CAPITULO VIII

Anexos

Anexo 1. Supervivencia a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad.

Tratamientos	% Supervivencia	% Supervivencia
	0-12 meses	12-24 meses
A + B	94.86	100
A + S	92.8	100

Anexo 2. Supervivencia a nivel de sitios a los 24 meses de edad.

Sitios	% Supervivencia	% Supervivencia
	0-12 meses	12-24 meses
San Luís	85.2	100
Quinde Talacos	94.4	100
Cuellaje	100	100

Anexo 3. Supervivencia a nivel de sitios y tratamientos a los 24 meses de edad.

Tratamientos	Sitios					
	San Luís (A+B); (A+S)		Quinde Talacos (A+B); (A+S)		Cuellaje (A+B); (A+S)	
	0-12 meses	12-24 meses	0-12 meses	12-24 meses	0-12 meses	12-24 meses
A + B	84.6	100	100	100	100	100
A + S	78.6	100	100	100	100	100

Anexo 4. Incremento medio anual de diámetro basal a nivel de tratamientos

Tratamientos	Edad de la plantación				IMA (cm)
	15 meses	18 meses	21 meses	24 meses	
A+B	4.93	7.09	9.51	11.63	5.82
A+S	4.24	5.93	7.82	10.22	5.11

Anexo 5. Incremento medio anual de diámetro a la altura del pecho a nivel de tratamientos

Tratamientos	Edad de la plantación				IMA (cm)
	15 meses	18 meses	21 meses	24 meses	
A+B	3.61	5.69	7.57	9.09	4.55
A+S	3.18	4.75	6.29	7.88	3.94

Anexo 6. Incremento medio anual de la altura total a nivel de tratamientos

Tratamientos	Edad de la plantación				IMA (m)
	15 meses	18 meses	21 meses	24 meses	
A+B	4.72	5.92	7.21	8.22	4.11
A+S	4.05	5.38	6.46	7.37	3.68

Anexo 7. Incremento medio anual del diámetro de copa a nivel de tratamientos

Tratamientos	A + B	A + S
IMA (cm)	241.41	249.16

Anexo 8. Incremento medio anual de diámetro basal a nivel de sitios

Sitios	Edad de la plantación				IMA (cm)
	15 meses	18 meses	21 meses	24 meses	
San Luis	4.58	6.59	8.86	11.74	5.87
Quinde Talacos	3.46	6.06	8.76	11.33	5.67
Cuellaje	5.69	6.81	8.3	9.73	4.86

Anexo 9. Incremento medio anual de diámetro a la altura del pecho a nivel de sitios

Sitios	Edad de la plantación				IMA (cm)
	15 meses	18 meses	21 meses	24 meses	
San Luis	3.65	5.79	7.64	9.29	4.65
Quinde Talacos	2.54	4.8	6.96	8.81	4.41
Cuellaje	3.1	5.08	6.23	7.39	3.7

Anexo 10. Incremento medio anual de la altura total a nivel de sitios

Sitios	Edad de la plantación				IMA (m)
	15 meses	18 meses	21 meses	24 meses	
San Luis	4.57	6.42	7.75	9.08	4.54
Quinde Talacos	3.70	5.20	6.54	7.62	3.81
Cuellaje	4.85	5.39	6.27	6.77	3.38

Anexo 11. Incremento medio anual del diámetro de copa a nivel de sitios

Sitios	San Luis	Quinde Talacos	Cuellaje
IMA (cm)	246.27	254.74	234.86

Anexo 12. Incremento medio anual de diámetro basal a nivel de sitios y tratamientos

Sitios y tratamientos	Edad de la plantación				IMA (cm)
	15 meses	18 meses	21 meses	24 meses	
San Luis A+B	4.97	6.93	9.31	11.23	5.62
San Luis A+S	4.21	6.27	8.43	12.3	6.15
Quinde Talacos A+B	3.51	6.29	9.23	12.00	6.00
Quinde Talacos A+S	3.41	5.85	8.31	10.71	5.36
Cuellaje A+B	6.31	8.06	9.99	11.67	5.84
Cuellaje A+S	5.11	5.65	6.71	7.92	3.96

Anexo 13. Incremento medio anual de diámetro a la altura del pecho a nivel de sitios y tratamientos

Sitios y tratamientos	Edad de la plantación				IMA (cm)
	15 meses	18 meses	21 meses	24 meses	
San Luis A+B	3.55	5.52	7.26	8.56	4.28
San Luis A+S	3.75	6.08	8.06	10.07	5.03
Quinde Talacos A+B	2.51	5.06	7.31	9.33	4.66
Quinde Talacos A+S	2.58	4.55	6.63	8.32	4.16
Cuellaje A+B	4.77	6.48	8.15	9.37	4.69
Cuellaje A+S	3.29	3.78	4.43	5.54	2.77

Anexo 14. Incremento medio anual de la altura total a nivel de sitios y tratamientos

Sitios y tratamientos	Edad de la plantación				IMA (m)
	15 meses	18 meses	21 meses	24 meses	
San Luis A+B	5.04	6.5	7.79	9.08	4.54
San Luis A+S	4.13	6.34	7.7	9.08	4.54
Quinde Talacos A+B	3.9	5.43	6.93	8.03	4.02
Quinde Talacos A+S	3.52	4.98	6.18	7.24	3.62
Cuellaje A+B	5.21	5.84	6.92	7.57	3.79
Cuellaje A+S	4.5	4.97	5.66	6.02	3.01

Anexo 15. Incremento medio anual del diámetro de copa a nivel de sitios y tratamientos

Sitios y tratamientos	San Luis A+B	San Luis A+S	Quinde Talacos A+B	Quinde Talacos A+S	Cuellaje A+B	Cuellaje A+S
IMA (cm)	234.15	258.38	261.15	248.32	228.92	240.79

Anexo 16. Análisis de varianza del diámetro basal a los 15 meses de edad.

F.V	SC	gl	CM	F	F95%	F99%
Sitios	87.41	2	43.7	31.13**	3.11	4.88
Tratamientos	7.77	1	7.77	5.53*	3.96	6.96
Error	109.5	78	1.4			
Total	205.03	81				

** Altamente significativo

Anexo 17. Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de tratamientos a los 15 meses de edad.

Tratamientos	Medias	n	Rango
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Setaria sphacelata</i> (A+S)	4.59	42	A
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Brachiaria decumbens</i> (A+B)	5.21	40	B

Anexo 18. Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de sitios a los 15 meses de edad.

Sitios	Medias	n	Rango
Quinde Talacos	3.47	29	A
San Luis	5.53	24	B
Cuellaje	5.70	29	B

Anexo 19. Análisis de varianza del diámetro basal a los 18 meses de edad.

F.V	SC	gl	CM	F	F95%	F99%
Sitios	46.56	2	23.28	9.65**	3.11	4.88
Tratamientos	23.86	1	23.86	9.89**	3.96	6.96
Error	188.19	78	2.41			
Total	259.58	81				

** Altamente significativo

Anexo 20. Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de tratamientos a los 18 meses de edad

Tratamientos	Medias	n	Rango
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Setaria sphacelata</i> (A+S)	6.42	42	A
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Brachiaria decumbens</i> (A+B)	7.40	40	B

Anexo 21. Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de sitios a los 18 meses de edad.

Sitios	Medias	n	Rango
Quinde Talacos	6.08	29	A
Cuellaje	6.83	29	A
San Luis	7.96	24	B

Anexo 22. Análisis de varianza del diámetro basal a los 21 meses de edad.

F.V	SC	gl	CM	F	F95%	F99%
Sitios	81.34	2	40.67	9.97**	3.11	4.88
Tratamientos	51.24	1	51.24	12.55**	3.96	6.96
Error	318.32	78	4.08			
Total	452.92	81				

** Altamente significativo

Anexo 23. Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de tratamientos a los 21 meses de edad.

Tratamientos	Medias	n	Rango
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Setaria sphacelata</i> (A+S)	8.46	42	A
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Brachiaria decumbens</i> (A+B)	10.06	40	B

Anexo 24. Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de sitios a los 21 meses de edad.

Sitios	Medias	n	Rango
Cuellaje	8.32	29	A
Quinde Talacos	8.78	29	A
San Luis	10.7	24	B

Anexo 25. Análisis de varianza del diámetro basal a los 24 meses de edad.

F.V	SC	gl	CM	F	F95%	F99%
Sitios	156.69	2	78.35	12.89**	3.11	4.88
Tratamientos	60.37	1	60.37	9.93**	3.96	6.96
Error	474.10	78	6.08			
Total	693.87	81				

** Altamente significativo

Anexo 26. Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad.

Tratamientos	Medias	n	Rango
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Setaria sphacelata</i> (A+S)	10.59	42	A
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Brachiaria decumbens</i> (A+B)	12.30	40	B

Anexo 27. Prueba de Duncan para diámetro basal a nivel de sitios a los 24 meses de edad.

Sitios	Medias	n	Rango
Cuellaje	9.76	29	A
Quinde Talacos	11.36	29	B
San Luis	13.21	24	C

Anexo 28. Análisis de varianza del diámetro a la altura del pecho a los 15 meses de edad.

F.V	SC	gl	CM	F	F95%	F99%
Sitios	42.31	2	21.16	20**	3.11	4.88
Tratamientos	5.55	1	5.55	5.25*	3.96	6.96
Error	82.51	78	1.06			
Total	130.62	81				

** Altamente significativo

Anexo 29. Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de tratamientos a los 15 meses de edad.

Tratamientos	Medias	n	Rango
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Setaria sphacelata</i> (A+S)	3.30	42	A
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Brachiaria decumbens</i> (A+B)	3.82	40	B

Anexo 30. Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de sitios a los 15 meses de edad.

Sitios	Medias	n	Rango
Quinde Talacos	2.55	29	A
Cuellaje	4.01	29	B
San Luis	4.10	24	B

Anexo 31. Análisis de varianza del diámetro a la altura del pecho a los 18 meses de edad.

F.V	SC	gl	CM	F	F95%	F99%
Sitios	42.40	2	21.2	10.5**	3.11	4.88
Tratamientos	24.29	1	24.29	12.03**	3.96	6.96
Error	257.48	78	2.02			
Total	225.18	81				

** Altamente significativo

Anexo 32. Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de tratamientos a los 18 meses de edad.

Tratamientos	Medias	n	Rango
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Setaria sphacelata</i> (A+S)	4.93	42	A
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Brachiaria decumbens</i> (A+B)	6.02	40	B

Anexo 33. Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de sitios a los 18 meses de edad.

Sitios	Medias	n	Rango
Quinde Talacos	4.82	29	A
Cuellaje	5.10	29	A
San Luis	6.52	24	B

Anexo 34. Análisis de varianza del diámetro a la altura del pecho a los 21 meses de edad.

F.V	SC	gl	CM	F	F95%	F99%
Sitios	74.51	2	37.25	10.44**	3.11	4.88
Tratamientos	44.84	1	44.84	12.56**	3.96	6.96
Error	278.42	78	3.57			
Total	399.52	81				

** Altamente significativo

Anexo 35. Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de tratamientos a los 21 meses de edad.

Tratamientos	Medias	n	Rango
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Setaria sphacelata</i> (A+S)	6.54	42	A
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Brachiaria decumbens</i> (A+B)	8.02	40	B

Anexo 36. Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de sitios a los 21 meses de edad.

Sitios	Medias	n	Rango
Cuellaje	6.25	29	A
Quinde Talacos	6.98	29	A
San Luis	8.6	24	B

Anexo 37. Análisis de varianza del diámetro a la altura del pecho a los 24 meses de edad.

F.V	SC	gl	CM	F	F95%	F99%
Sitios	120.72	2	60.36	12.02**	3.11	4.88
Tratamientos	42.55	1	42.55	8.47**	3.96	6.96
Error	391.70	78	5.02			
Total	556.96	81				

** Altamente significativo

Anexo 38. Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad.

Tratamientos	Medias	n	Rango
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Setaria sphacelata</i> (A+S)	8.18	42	A
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Brachiaria decumbens</i> (A+B)	9.62	40	B

Anexo 39. Prueba de Duncan para el diámetro a la altura del pecho a nivel de sitios a los 24 meses de edad.

Sitios	Medias	n	Rango
Cuellaje	7.41	29	A
Quinde Talacos	8.83	29	B
San Luis	10.45	24	C

Anexo 40. Análisis de varianza de la altura total de la medición de los 15 meses de edad.

F.V	SC	gl	CM	F	F95%	F99%
Sitios	45.13	2	21.16	19.5**	3.11	4.88
Tratamientos	7.23	1	5.55	6.25*	3.96	6.96
Error	90.27	78	1.06			
Total	143.08	81				

** Altamente significativo

Anexo 41. Prueba de Duncan para la altura total a nivel de tratamientos a los 15 meses de edad.

Tratamientos	Medias	n	Rango
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Setaria sphacelata</i> (A+S)	4.40	42	A
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Brachiaria decumbens</i> (A+B)	4.99	40	B

Anexo 42. Prueba de Duncan para la altura total a nivel de sitios a los 15 meses de edad.

Sitios	Medias	n	Rango
Quinde Talacos	3.71	29	A
Cuellaje	4.86	29	B
San Luis	5.52	24	C

Anexo 43. Análisis de varianza de la altura total de la medición de los 18 meses de edad.

F.V	SC	gl	CM	F	F95%	F99%
Sitios	62.88	2	23.28	9.65**	3.11	4.88
Tratamientos	9.3	1	23.86	9.89**	3.96	6.96
Error	115.45	78	2.41			
Total	188.41	81				

** Altamente significativo

Anexo 44. Prueba de Duncan para la altura total a nivel de tratamientos a los 18 meses de edad.

Tratamientos	Medias	n	Rango
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Setaria sphacelata</i> (A+S)	5.61	42	A
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Brachiaria decumbens</i> (A+B)	6.28	40	B

Anexo 45. Prueba de Duncan para la altura total a nivel de sitios a los 18 meses de edad.

Sitios	Medias	n	Rango
Quinde Talacos	5.21	29	A
Cuellaje	5.40	29	A
San Luis	7.22	24	B

Anexo 46. Análisis de varianza de la altura total a los 21 meses de edad.

F.V	SC	gl	CM	F	F95%	F99%
Sitios	90.29	2	45.15	21.35**	3.11	4.88
Tratamientos	17.54	1	17.54	8.3**	3.96	6.96
Error	164.96	78	2.11			
Total	274.06	81				

** Altamente significativo

Anexo 47. Prueba de Duncan para la altura total a nivel de tratamientos a los 21 meses de edad.

Tratamientos	Medias	n	Rango
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Setaria sphacelata</i> (A+S)	6.72	42	A
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Brachiaria decumbens</i> (A+B)	7.65	40	B

Anexo 48. Prueba de Duncan para la altura total a nivel de sitios a los 21 meses de edad.

Sitios	Medias	n	Rango
Cuellaje	6.28	29	A
Quinde Talacos	6.56	29	A
San Luis	8.71	24	B

Anexo 49. Análisis de varianza de la altura total a los 24 meses de edad.

F.V	SC	gl	CM	F	F95%	F99%
Sitios	153.38	2	81.69	28.08**	3.11	4.88
Tratamientos	22.66	1	22.66	7.79**	3.96	6.96
Error	226.96	78	2.91			
Total	414.89	81				

** Altamente significativo

Anexo 50. Prueba de Duncan para la altura total a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad.

Tratamientos	Medias	n	Rango
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Setaria sphacelata</i> (A+S)	7.69	42	A
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Brachiaria decumbens</i> (A+B)	8.74	40	B

Anexo 51. Prueba de Duncan para la altura total a nivel de sitios a los a los 24 meses de edad.

Sitios	Medias	n	Rango
Cuellaje	6.79	29	A
Quinde Talacos	7.64	29	B
San Luis	10.21	24	C

Anexo 52. Análisis de varianza del diámetro de copa a los 24 meses de edad.

F.V	SC	gl	CM	F	F95%	F99%
Sitios	398.3	2	199.15	43.63**	3.11	4.88
Tratamientos	90.17	1	90.17	19.76**	3.96	6.96
Error	356.01	78	4.56			
Total	844.48	81				

** Altamente significativo

Anexo 53. Prueba de Duncan para el diámetro de copa a nivel de tratamientos a los 24 meses de edad.

Tratamientos	Medias	n	Rango
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Setaria sphacelata</i> (A+S)	241.41	40	A
<i>Alnus nepalensis</i> más <i>Brachiaria decumbens</i> (A+B)	249.16	42	B

Anexo 54. Prueba de Duncan para del diámetro de copa a nivel de sitios a los 24 meses de edad.

Sitios	Medias	n	Rango
Cuellaje	234.85	29	A
Quinde Talacos	246.26	24	B
San Luis	254.74	29	C

b. San Luis, tratamiento *Alnus nepalensis* más *Setaria sphacelata* (A+S)



LABONORT
LABORATORIOS DEL NORTE
Av. Cristobal de Troya y Aurelio Mosquera Ibarra - Ecuador Telefax. 2605177 cel. 099591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS									
DATOS DE PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD						
Nombre: SR. AUGUSTO FLORES			Provincia: Imbabura						
Ciudad: Otavalo			Cantón: Otavalo						
Teléfono: 2612-305			Parroquia: Selva Alegre						
Fax:			Sitio: San Luis						
DATOS DEL LOTE			DATOS DE LABORATORIO						
Sitio: San Luis			Nro Reporte.: 2972						
Superficie:			Tipo de Análisis: Completo						
Número de Campo: A + S			Muestra: Suelo A + S						
Cultivo Actual:			Fecha de Ingreso: 2010-08-04						
A Cultivar:			Fecha de Reporte: 2010-09-12						
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION						
N	33.71	ppm							
P	3.41	ppm							
S	6.67	ppm							
K	0.15	meq/100 ml							
Ca	5.07	meq/100 ml							
Mg	0.59	meq/100 ml							
Zn	3.72	ppm							
Cu	4.92	ppm							
Fe	205.50	ppm							
Mn	4.76	ppm							
B	0.09	ppm							
pH	6.32								
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml							
Al		meq/100 ml							
Na	0.21	meq/100 ml							
Ce	0.045	mS/cm							
MO	8.03	%							
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural			
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl		Arena	Limo	Arcilla
8.59	3.93	37.73	6.02			56.47	35.00	7.60	Franco arenoso
Dr. Quím. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio									

c. Quinde Talacos, tratamiento *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B)



LABONORT
LABORATORIOS DEL NORTE
Av. Cristobal de Troya y Aurelio Mosquera Ibarra - Ecuador Telefax. 2605177 cel. 099591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																																																																																								
DATOS DE PROPIETARIO Nombre: SR. MILTON LÓPEZ Ciudad: Otavalo Teléfono: 2612-305 Fax:	DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Imbabura Cantón: Otavalo Parroquia: Selva Alegre Sitio: Quinde Talacos																																																																																							
DATOS DEL LOTE Sitio: Quinde Talacos Superficie: Número de Campo: A+ B Cultivo Actual: A Cultivar:	DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 2970 Tipo de Análisis: Completo + T Muestra: Suelo A+ B Fecha de Ingreso: 2010-08-04 Fecha de Reporte: 2010-08-12																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nutriente</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N</td><td>27.20</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>P</td><td>3.24</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>S</td><td>5.09</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>K</td><td>0.33</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>9.66</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>1.39</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>1.39</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>4.01</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>86.29</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Mn</td><td>3.74</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>B</td><td>0.04</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>pH</td><td>6.73</td><td></td></tr> <tr><td>Acidez Int. (Al+H)</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Al</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Na</td><td>0.18</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ce</td><td>0.039</td><td>mS/cm</td></tr> <tr><td>MO</td><td>9.87</td><td>%</td></tr> </tbody> </table>	Nutriente	Valor	Unidad	N	27.20	ppm	P	3.24	ppm	S	5.09	ppm	K	0.33	meq/100 ml	Ca	9.66	meq/100 ml	Mg	1.39	meq/100 ml	Zn	1.39	ppm	Cu	4.01	ppm	Fe	86.29	ppm	Mn	3.74	ppm	B	0.04	ppm	pH	6.73		Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	Al		meq/100 ml	Na	0.18	meq/100 ml	Ce	0.039	mS/cm	MO	9.87	%	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">INTERPRETACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> <td style="text-align: center;">TOXICO</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Acido</td> <td style="text-align: center;">Lig. Acido</td> <td style="text-align: center;">Pract. Neutro</td> <td style="text-align: center;">Lig. Alcalina</td> <td style="text-align: center;">Alcalina</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No Salino</td> <td style="text-align: center;">Lig. Salino</td> <td style="text-align: center;">Salino</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Muy Salino</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>	INTERPRETACION		BAJO	MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO	0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0				Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalina	Alcalina	BAJO	MEDIO	ALTO			No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino		BAJO	MEDIO	ALTO		
Nutriente	Valor	Unidad																																																																																						
N	27.20	ppm																																																																																						
P	3.24	ppm																																																																																						
S	5.09	ppm																																																																																						
K	0.33	meq/100 ml																																																																																						
Ca	9.66	meq/100 ml																																																																																						
Mg	1.39	meq/100 ml																																																																																						
Zn	1.39	ppm																																																																																						
Cu	4.01	ppm																																																																																						
Fe	86.29	ppm																																																																																						
Mn	3.74	ppm																																																																																						
B	0.04	ppm																																																																																						
pH	6.73																																																																																							
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml																																																																																						
Al		meq/100 ml																																																																																						
Na	0.18	meq/100 ml																																																																																						
Ce	0.039	mS/cm																																																																																						
MO	9.87	%																																																																																						
INTERPRETACION																																																																																								
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																						
BAJO	MEDIO	ALTO	TOXICO																																																																																					
0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0																																																																																								
Acido	Lig. Acido	Pract. Neutro	Lig. Alcalina	Alcalina																																																																																				
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																						
No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino																																																																																					
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg (meq/100ml)</th> <th>%</th> <th>ppm</th> <th>(%)</th> <th colspan="2"></th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Sum Bases</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> <th>Clase Textural</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.95</td> <td>4.21</td> <td>33.48</td> <td>11.56</td> <td></td> <td></td> <td>64.40</td> <td>28.00</td> <td>7.60</td> <td>Franco arenoso</td> </tr> </tbody> </table>	Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)			Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural	6.95	4.21	33.48	11.56			64.40	28.00	7.60	Franco arenoso	Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio 																																																											
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)																																																																																			
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural																																																																															
6.95	4.21	33.48	11.56			64.40	28.00	7.60	Franco arenoso																																																																															



e. San Joaquín, tratamiento *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B)



LABONORT

LABORATORIOS DEL NORTE

Av. Cristobal de Troya y Aurelio Mosquera Ibarra - Ecuador Telefax. 2605177 cel. 099591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS											
DATOS DE PROPIETARIO					DATOS DE LA PROPIEDAD						
Nombre: MARTHA ANGULO					Provincia: Imbabura						
Ciudad: Cotacachi					Cantón: Cotacachi						
Teléfono: 2602-158					Parroquia: Cuellaje						
Fax:					Sitio: San Joaquín						
DATOS DEL LOTE					DATOS DE LABORATORIO						
Sitio: San Joaquín					Nro Reporte.: 2974						
Superficie:					Tipo de Análisis: Completo + T						
Número de Campo: A+ B					Muestra: Suelo A+ B						
Cultivo Actual:					Fecha de Ingreso: 2010-08-04						
A Cultivar:					Fecha de Reporte: 2010-08-12						
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION								
N	45.38	ppm									
P	5.46	ppm									
S	8.45	ppm									
K	0.78	meq/100 ml									
Ca	11.58	meq/100 ml									
Mg	1.84	meq/100 ml									
			BAJO			MEDIO			ALTO		
Zn	8.87	ppm									
Cu	3.32	ppm									
Fe	344.30	ppm									
Mn	5.67	ppm									
			BAJO			MEDIO			ALTO		
B	0.02	ppm									
			BAJO			MEDIO			ALTO	TOXICO	
pH	6.38		0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0								
			Acido		Lig. Acido		Pract. Neutro		Lig. Alcalino		Alcalino
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml									
Al		meq/100 ml									
Na	0.42	meq/100 ml									
			BAJO			MEDIO			ALTO		
Ce	0.142	mS/cm									
			No Salino		Lig. Salino		Salino		Muy Salino		
MO	12.45	%									
			BAJO			MEDIO			ALTO		
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural					
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla			
6.29	2.36	17.21	14.62			51.40	39.80	8.80	FRANCO		
Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio											



f. San Joaquín, tratamiento *Alnus nepalensis* más *Setaria sphacelata* (A+S)



LABONORT

LABORATORIOS DEL NORTE

Av. Cristobal de Troya y Aurelio Mosquera Ibarra - Ecuador Telefax. 2605177 cel. 099591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS									
DATOS DE PROPIETARIO					DATOS DE LA PROPIEDAD				
Nombre: MARTHA ANGULO					Provincia: Imbabura				
Ciudad: Cotacachi					Cantón: Cotacachi				
Teléfono: 2602-158					Parroquia: Cuellaje				
Fax:					Sitio: San Joaquín				
DATOS DEL LOTE					DATOS DE LABORATORIO				
Sitio: San Joaquín					Nro Reporte.: 2971				
Superficie:					Tipo de Análisis: Completo + T				
Número de Campo: A + S					Muestra: Suelo A + S				
Cultivo Actual:					Fecha de Ingreso: 2010-08-04				
A Cultivar:					Fecha de Reporte: 2010-08-12				
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION						
N	28.53	ppm	[Bar chart showing N level]						
P	3.41	ppm	[Bar chart showing P level]						
S	10.62	ppm	[Bar chart showing S level]						
K	0.30	meq/100 ml	[Bar chart showing K level]						
Ca	8.22	meq/100 ml	[Bar chart showing Ca level]						
Mg	0.91	meq/100 ml	[Bar chart showing Mg level]						
Zn	3.91	ppm	[Bar chart showing Zn level]						
Cu	2.35	ppm	[Bar chart showing Cu level]						
Fe	76.40	ppm	[Bar chart showing Fe level]						
Mn	3.48	ppm	[Bar chart showing Mn level]						
B	0.07	ppm	[Bar chart showing B level]						
pH	6.32		[pH scale from 5.5 to 8.0]						
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	[Acidity scale from Acido to Alcalino]						
Al		meq/100 ml	[Aluminum level scale]						
Na	0.34	meq/100 ml	[Bar chart showing Na level]						
Ce	0.085	mS/cm	[Bar chart showing Ce level]						
MO	10.42	%	[Bar chart showing MO level]						
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	[Texture classification]				Clase Textural
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
9.03	3.03	30.43	9.77			54.40	36.00	9.60	Franco arenoso
Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio. <i>[Signature]</i>									



Anexo 56. Análisis bromatológico de los pastos.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 027 - 2011

Ibarra, 20 de abril de 2011

Análisis solicitado por: Srta: Shajaira Castilla C.

Número de muestras : Doce, hierbas

Fecha de recepción de las muestras: 7 de abril de 2011

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodología Utilizada
		San Joaquín				
		Aliso+Setaria	Aliso+Brachiaria	Setaria	Brachiaria	
Proteína (N x 6,25)	%	25,13	25,81	23,94	26,02	AOAC 920.87

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodología Utilizada
		San Luis				
		Aliso+Setaria	Aliso+Brachiaria	Setaria	Brachiaria	
Proteína (N x 6,25)	%	25,92	26,34	26,80	26,57	AOAC 920.87

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado				Metodología Utilizada
		Quinde Talacos				
		Aliso+Setaria	Aliso+Brachiaria	Setaria	Brachiaria	
Proteína (N x 6,25)	%	25,17	25,87	25,80	26,12	AOAC 920.87

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente:

Bioq. José Luis Moreno
ANALISTA



Misión Institucional

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
Teléfono: (06) 2 953-461 Casilla 199
(06) 2 609-420 2 640- 811 Fax: Ext:1011
E-mail: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

Anexo 57. Encuesta



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

ENCUESTA APLICADA CON FINES ACADÉMICOS PARA EL GRUPO DE PRODUCTORES DE INTAG LECHE DE LA PARROQUIA CUELLAJE

Sírvase contestar las siguientes preguntas, en forma anónima, estimo que sus respuestas serán de mucha utilidad para la investigación que estoy realizando acerca del **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL ALISO *Alnus nepalensis* D. Don, ASOCIADO CON BRACHIARIA *Brachiaria decumbens* Staff Y PASTO MIEL *Setaria sphacelata* (Schumach) Staff & C. E. Hubb Y PASTURAS EN MONOCULTIVO** realizada desde el periodo 2009 - 2011, en la propiedad de la Señora Martha Angulo, en el sector de San Joaquín.

La encuesta me permitirá evaluar el grado de aceptación del sistema silvopastoril en el área de influencia de esta investigación.

1. Según los datos obtenidos durante la investigación, cree Ud. que el asocio con el aliso en los potreros sería conveniente replicar en sus predios.

SI _____ NO _____

Por qué: _____

2. ¿Qué beneficios se están recibiendo de las prácticas silvopastoriles?

3. Tiene algún asocio entre pastos y árboles en su propiedad y que dificultades presenta en las mismas.

4. Le gustaría replicar este asocio entre aliso y los pastos

SI _____ NO _____

AREA _____

LUGAR _____

5. Ha socializado a otras personas sobre las parcelas de aliso más pasto miel y aliso más brachiaria.

A QUIENES _____

CUANDO _____

6. ¿Que sugiere sobre esta práctica silvopastoril?

Anexo 58. Imágenes del desarrollo de la investigación

Medición de las variables dasométricas de *Alnus nepalensis*



Establecimiento de las parcelas de los pastos



Parcelas establecidas



Visita técnica del Director de tesis

