



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

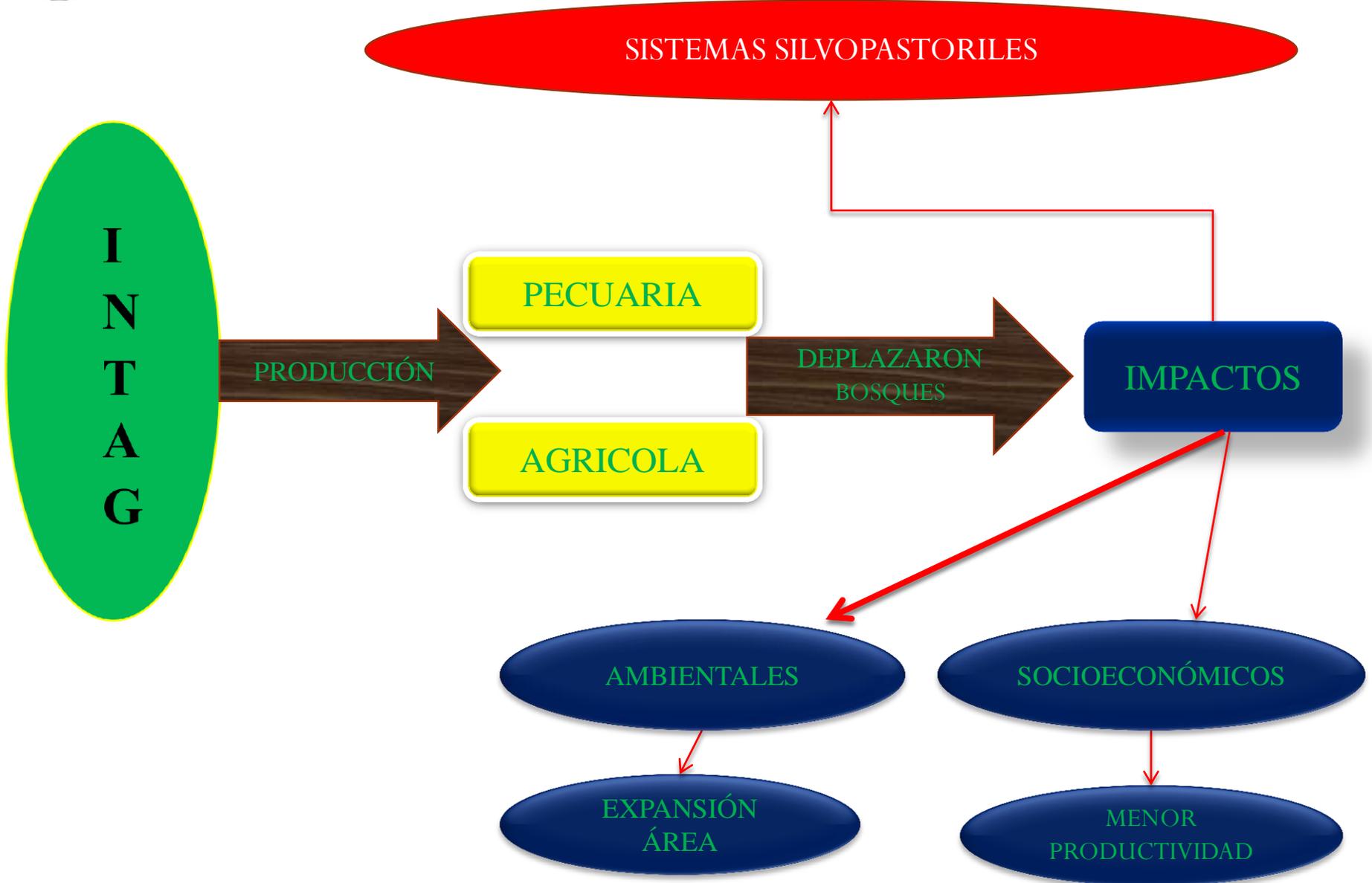
ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL

Autora:

NANCY SHAJIRA CASTILLO CABRERA



**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**



Objetivos

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.

Objetivos

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.

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.



Materiales

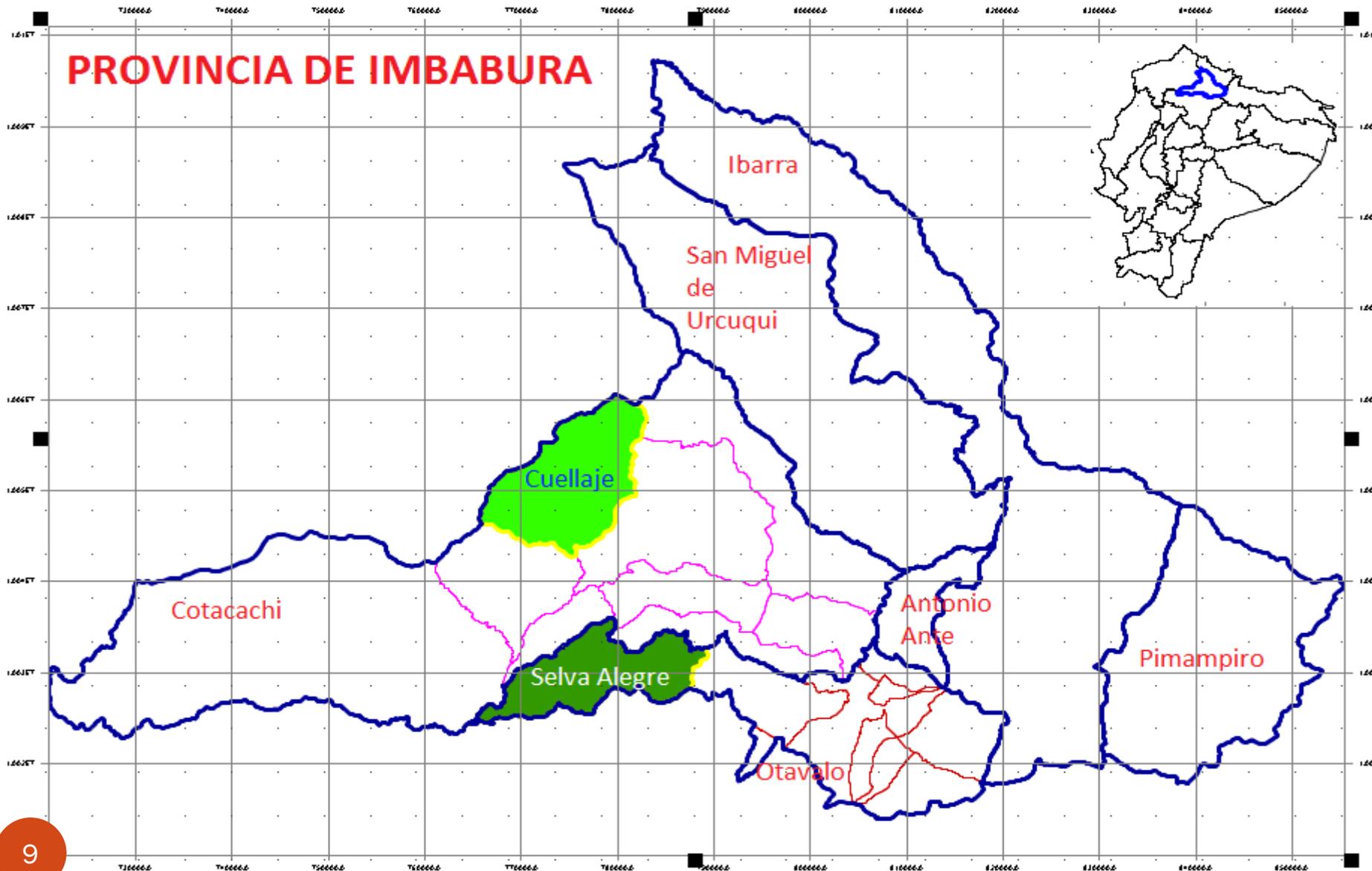
y

métodos

Caracterización del área de estudio

- 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* (Schumach) 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 utilizaron como datos iniciales. Además, se usó la misma metodología para la toma de datos en el campo.

Caracterización del área de estudio





Caracterización del área de estudio

Localización	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
Provincia	Imbabura	Imbabura	Imbabura
Cantón	Otavaló	Otavaló	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)

Caracterización del área de estudio

Clima

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

Caracterización del área de estudio

Suelo

Datos edáficos	San Luis	Quinde Talacos	Cuellaje
pH	6,2 (lg)	6,46 (lg)	6.30 (lg)
N (ppm)	30,46 (m)	29,22 (b)	35,39 (m)
P (ppm)	2,02 (b)	3,44 (b)	3,19 (b)
K (meq/100 ml)	0,19 (b)	0,57 (a)	0,24 (m)
Ca (meq/100 ml)	5,41 (a)	13,09 (a)	9,24 (a)
Mg (meq/100 ml)	0,52 (m)	1,82 (a)	1,22 (m)
Materia orgánica (%)	8,08 (a)	8,3 (a)	10,25 (a)
Profundidad efectiva (cm)	49	75	50

Fuente: Análisis de químico suelo (2008) y calicatas (2009).

lg = Ligeramente ácido
 m = Medio
 b = Bajo
 a = Alto

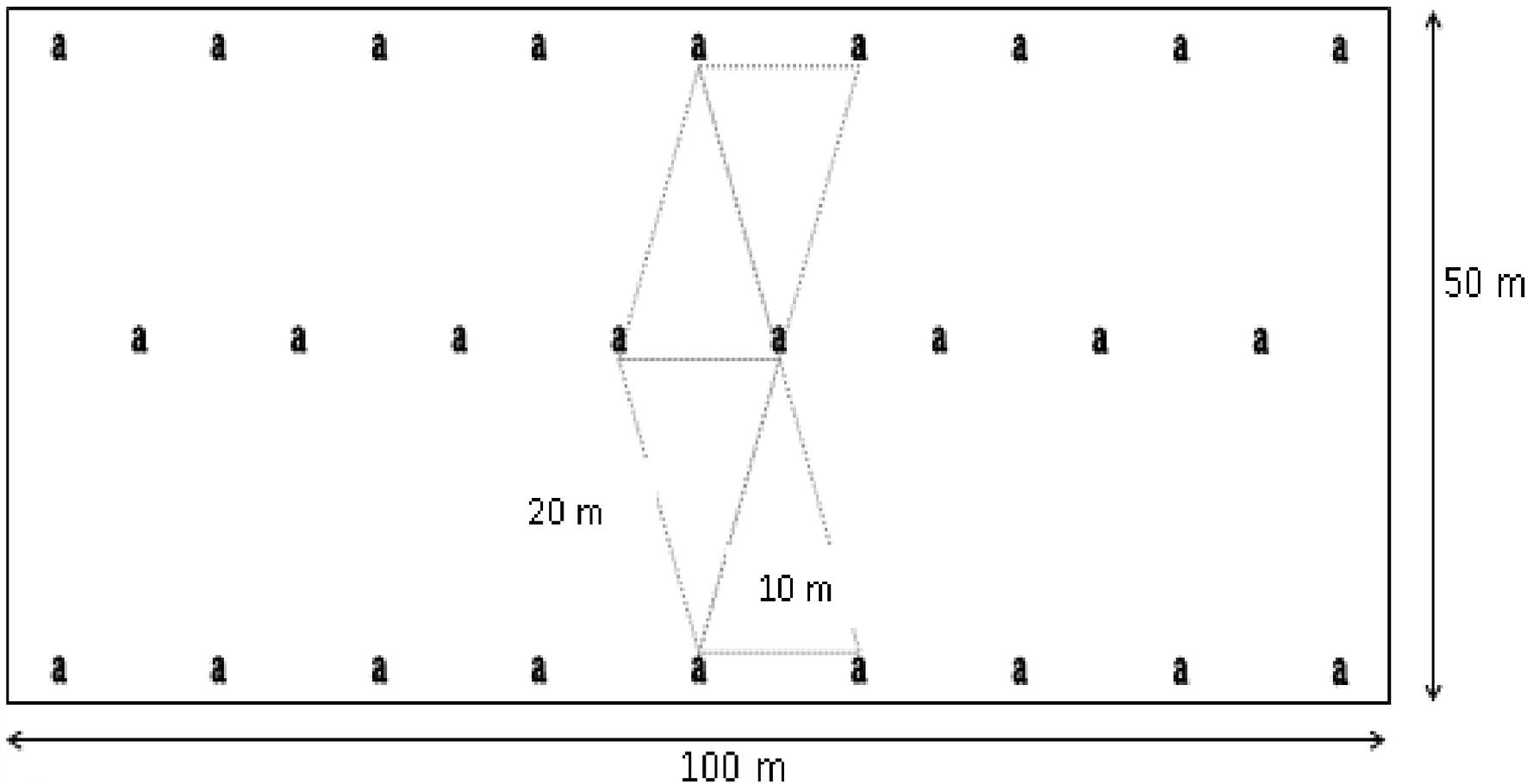
Caracterización del área de estudio Pendiente

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

Características del experimento

Brachiaria

Pasto miel



a = Aliso

Tratamientos

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

VARIABLES EVALUADAS

En la especie forestal

- Sobrevivencia
- Diámetro basal
- Diámetro a la altura del pecho (DAP)
- Altura total
- Diámetro de copa
- Determinación de la cantidad de nitrógeno incorporado al suelo



Variables evaluadas

En la especie forestal

- 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	

Variables evaluadas

Producción de los pastizales

- Producción
- Análisis bromatológico



Sistema silvopastoril

- Evaluación de la aceptación y adoptabilidad del sistema silvopastoril

Diseño experimental

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

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij}	=	Observación en particular
μ	=	Media general
τ_i	=	Efecto de tratamiento
β_j	=	Efecto de bloque
ϵ_{ij}	=	Error experimental

Análisis estadístico

- Una vez procesados los datos, se aplicó un análisis de varianza y pruebas de Rango Múltiple:

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

Donde:

FV = Fuentes de variación

GL = Grados de libertad

FC = Fisher calculado

SC = Suma de cuadrados

CM = Cuadrado medio

Análisis estadístico

- Análisis de Correlación
- Análisis de Regresión Lineal

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_i$$

\hat{Y}_i = Variable dependiente

b_0 = Intercepto

b_1 = Pendiente lineal, tasa de crecimiento

X_i = Variable independiente

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).

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, para determinar el costo de mantenimiento de los sitios investigados.



Resultados

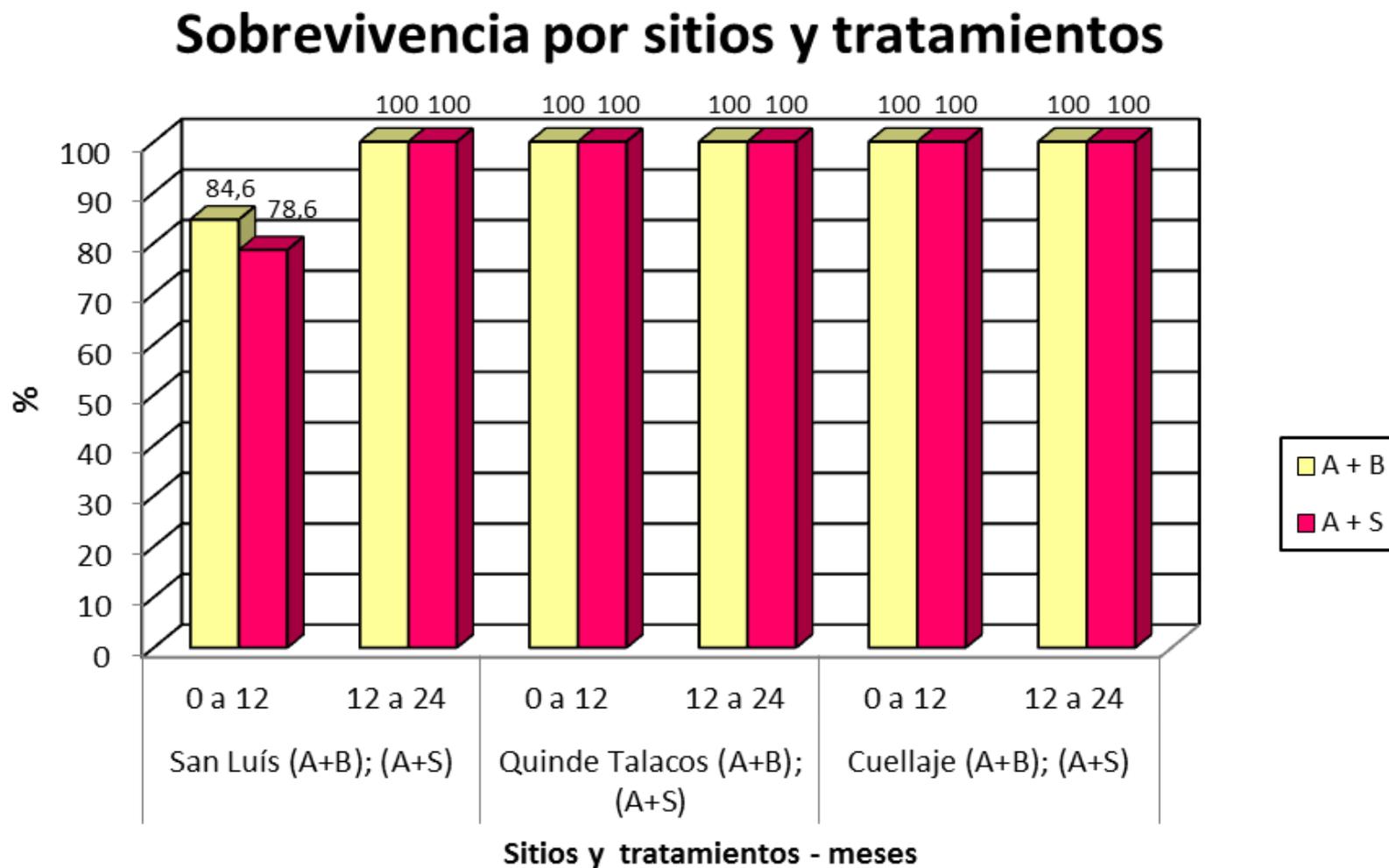
Los siguientes resultados fueron analizados a nivel de niveles:

A nivel de tratamientos

A nivel de sitios

A nivel de sitios y tratamientos

Sobrevivencia



Incremento de las variables dasométricas de *Alnus nepalensis* a nivel de tratamientos

Tratamiento	Diámetro basal (cm)		DAP (cm)		Altura total (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
A+S	3.51	5.11	3.18	3.94	3.35	3.68	154.77	249.16

Incremento de las variables dasométricas de *Alnus nepalensis* a nivel de sitios

Sitios	Diámetro basal (cm)		DAP (cm)		Altura total (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	3.38	3.38	146.2	234.86

Incremento de las variables dasométricas de *Alnus nepalensis* a nivel de sitios y tratamientos

Sitios y tratamientos	Diámetro basal (cm)		DAP (cm)		Altura total (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	3.56	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

Análisis estadístico de las variables dasométricas de *Alnus nepalensis*

Prueba de rango múltiple para diámetro basal a nivel de tratamientos

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

Prueba de rango múltiple para diámetro basal a nivel de sitios

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

Análisis estadístico de la variables dasométricas de *Alnus nepalensis*

Prueba de rango múltiple para diámetro a la altura del pecho a nivel de tratamientos

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

Prueba de rango múltiple para diámetro ala altura del pecho a nivel de sitios

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

Análisis estadístico de la variables dasométricas de *Alnus nepalensis*

Prueba de rango múltiple para la altura total a nivel de tratamientos

Tratamientos	Medias (cm)	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

Prueba de rango múltiple para la altura total a nivel de sitios

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

Análisis estadístico de la variables dasométricas de *Alnus nepalensis*

Prueba de rango múltiple para el diámetro de copa a nivel de tratamientos

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

Prueba de rango múltiple para el diámetro de copa a nivel de sitios

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

Correlación de las variables dasométricas de *Alnus nepalensis*

Diámetro basal y altura total a nivel de tratamientos

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

Diámetro basal y altura total a nivel de sitios y tratamientos

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

Correlación de las variables dasométricas de *Alnus nepalensis*

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

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

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

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

Regresión lineal entre las variables dasométricas de *Alnus nepalensis*

Diámetro basal y altura total a nivel de tratamientos

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%

Diámetro basal y altura total a nivel de sitios y tratamientos

Tratamientos	Ecuación	R ²
	$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_i$	
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%

Regresión lineal entre las variables dasométricas de *Alnus nepalensis*

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

Tratamientos	Ecuación	R ²
	$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_i$	
A + B	2.339 + 0.644 X	99.90%
A + S	1.922 + 0.705 X	99.20%

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

Tratamientos	Ecuación	R ²
	$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_i$	
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%



Discusión de las variable dasométricas evaluadas de *Alnus nepalensis*

Sobrevivencia

	<i>Alnus nepalensis</i>	Sitio	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)
Barakoti, 2001	91%	Dhankuta – Nepal	1 200	1 350
Imbaquingo & Naranjo, 2010	94,86%	Zona de Intag – Ecuador	1 600 – 1 800	1 700 – 2 000
Castillo 2011	100%	Zona de Intag – Ecuador	1 600 – 1 800	1 700 – 2 000

Diámetro basal

	<i>Alnus nepalensis</i>	Sitio	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)
Barakoti, 2001	2.14 cm	Dhankuta - Nepal	1 200	1 350
Imbaquingo y Naranjo, 2010	3.49 cm	zona de Intag - Ecuador	1 600 – 1 800	1 700 – 2 000
Castillo 2011	5.47 cm	Zona de Intag – Ecuador	1 600 – 1 800	1 700 – 2 000

Diámetro a la altura del pecho

	<i>Alnus nepalensis</i>	Sitio	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)
Barakoti, 2001	1.63 cm	Dhankuta - Nepal	1 200	1 350
Imbaquingo y Naranjo, 2010	3.77 cm	zona de Intag - Ecuador	1 600 – 1 800	1 700 – 2 000
Castillo 2011	4.25 cm	Zona de Intag – Ecuador	1 600 – 1 800	1 700 – 2 000

Altura total

	<i>Alnus nepalensis</i>	Sitio	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)
Barakoti, 2001	0.46 m	Dhankuta - Nepal	1 200	1 350
Imbaquingo y Naranjo, 2010	3.65 m	zona de Intag - Ecuador	1 600 – 1 800	1 700 – 2 000
Castillo 2011	3.91 m	Zona de Intag – Ecuador	1 600 – 1 800	1 700 – 2 000

Diámetro de copa

	<i>Alnus nepalensis</i>	Sitio	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)
Paspuel, 1993	<i>Alnus acuminata</i> 43 cm	Conocoto - Ecuador	2 500	2 000
Imbaquingo y Naranjo, 2010	146.54 cm	zona de Intag - Ecuador	1 600 – 1 800	1 700 – 2 000
Castillo 2011	245.29 cm	Zona de Intag – Ecuador	1 600 – 1 800	1 700 – 2 000

Incremento de nitrógeno en el suelo

Sitios	Tratamientos 2010		Tratamientos 2011	
	A + B	A + S	A + B	A + S
San Luis	9.07	47.5	64.84	67.42
Quinde Talacos	60.4	16.18	54.4	44.08
Cuellaje	60.4	16.18	90.76	57.06

Incidencia de plagas y enfermedades

En la especie forestal

Alnus nepalensis



En los pastos

Setaria sphacelata



Brachiaria decumbens



Productividad de los pastos

Especie de pastos	Sitios	Producción de biomasa (kg/ha) 2010	Producción de biomasa (kg/ha) 2011
<i>Brachiaria decumbens</i>	San Luis	9 337	9 498
	Quinde Talacos	6 464	7 845
	Cuellaje	15 300	16 805
<i>Setaria sphacelata</i>	San Luis	10 245	11 236
	Quinde Talacos	5 484	6 894
	Cuellaje	8 261	9 804

Análisis bromatológico de los pastos

Sitios	Parámetro analizado	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

Evaluación de la aceptación y adoptabilidad del sistema silvopastoril



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.

- 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: _____
- ¿Qué beneficios se están recibiendo de las prácticas silvopastoriles?

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

- Le gustaría replicar este asocio entre aliso y los pastos
SI _____ NO _____
AREA _____
LUGAR _____
- Ha socializado a otras personas sobre las parcelas de aliso más pasto miel y aliso más brachiaria.
A QUIENES _____
CUANDO _____
- ¿Que sugiere sobre esta práctica silvopastoril?

Costo de mantenimiento del sistema silvopastoril

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 para 500 m²			53.80
Costo Total por Ha			1 076

Conclusiones

- La sobrevivencia fue del 100%.
- Se 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.
- No existió ataque de ninguna plaga o enfermedad
- El análisis de variancia demostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos investigados.
- *Brachiaria decumbens* alcanzó su mayor producción en Cuellaje con 16 805 kg biomasa/ha.
- *Setaria sphacelata* su mayor producción fue en San Luis con 11 236 kg biomasa/ha.
- En Cuellaje el asocio *Alnus nepalensis* más *Brachiaria decumbens* (A+B) se obtuvo el mayor aporte de nitrógeno al suelo.
- El costo de mantenimiento para una hectárea a los dos años se estima 1 076 dólares americanos, cabe recalcar que al ser rubro alto se debe considerar el beneficio edafo-climático, el mejoramiento paisajístico y el incremento de la plusvalía de los predios.
- De los encuestados el 100% conoce de los beneficios ambientales que brinda la especie forestal, por lo que podemos concluir que todos aceptan positivamente a las practicas silvopastoriles asociadas con el *Alnus nepalensis*.

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.



Gracias por su atención