

Caracterización de Especies Promisorias con Potencial Forrajero  
Presentes en la Parte Alta del Municipio de Málaga, Santander (Colombia)

Daniela Marcela Albarracin Tibaduiza

Nury Yasmin Rubiano Rojas

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Forestal

Director

Jorge Andrés Rodríguez Toro

Ing. Forestal, PhD en Cs. Forestales

Codirector

Julián Mauricio Botero Londoño.

Zootecnista, PhD©

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional IPRED

Programa de Ingeniería Forestal

Málaga

2017

## DEDICATORIA

### NURY YASMIN RUBIANO ROJAS

*Este proyecto está dedicado a mi principal guía, Dios (sin él nada se logra), por haber permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos; además de su infinita bondad y amor.*

*A mis padres, **Maura Delia Rojas Avila y Víctor Julio Rubiano Roa** por haberme apoyado en todo momento. Por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser persona de bien. Por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante ante cualquier obstáculo, pero más que nada... por su amor.*

*A mis hermanos, **Cristian Benicio Rojas Avila, Nilson Herney Rubiano Rojas y Luz Yanira Rubiano Rojas**, por su apoyo.*

*A **Carlos Federico Riaño Alarcón** por su orientación para iniciar mi carrera profesional*

*A mis docentes y amigos*

### DANIELA MARCELA ALBARRACIN TIBADUIZA

*A Dios por su infinito amor y bondad para conmigo y con mi familia*

*A mis Abuelos, mis padres y mis hermanos por ser un apoyo incondicional en mi vida y en mi carrera. A mis amigos por que fueron primordiales en los momentos que los necesite.*

*A todas las personas que durante este proceso han creído de corazón en mí, en la culminación de mi carrera y de esta manera me han impulsado para llegar a este punto de mi vida.*

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

**Jorge Andrés Rodríguez Toro**, Ingeniero Forestal, doctor en Ciencias Forestales, docente de la Universidad Industrial de Santander y director de este proyecto.

**Julián Mauricio Botero Londoño**, Zootecnista, doctor© en Ciencias Agrarias con Énfasis en Manejo de Suelos y Aguas, docente de la Universidad Industrial de Santander y codirector de este proyecto.

La comunidad de las veredas San Luis, Buena Vista, Pescaderito, Pescadero y Pantano Grande del municipio de Málaga por la aceptación y colaboración en el proyecto.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	16
1 . Objetivos.....	19
1.1 Objetivo General.....	19
1.2 Objetivos Específicos .....	19
2 . Hipótesis .....	19
3 . Materiales y Métodos .....	20
3.1 Ubicación.....	20
3.2 Área de estudio .....	20
3.3 Recolección de información .....	22
3.4 Diseño de parcelas .....	22
3.5 Identificación de las especies .....	23
3.6 Toma de datos.....	23
3.7 Composición florística.....	24
3.7.1 Índice de Valor de Importancia (IVI). .....	24
3.7.2 Índices de biodiversidad. ....	25
3.8 Determinación de Proteína .....	27
3.9 Muestreo de suelos .....	28
4 . Resultados y discusión.....	29
4.1 Especies forrajeras encontradas en el área.....	29

4.2 Composición florística de las especies forrajeras encontradas en el área. ....	32
4.3 Composición florística de las especies arbóreas forrajeras. ....	33
4.4 Índices de biodiversidad .....	36
4.5 Contenido de proteína de las especies arbóreas y arbustivas forrajeras encontradas. ...	36
4.6 Contenido de proteína para las gramíneas y otras especies forrajeras.....	39
4.7 Características del suelo de las parcelas muestreadas .....	42
5 . Conclusiones .....	43
6 . Recomendaciones .....	45
Bibliografía .....	47
Apéndices.....	51
Anexos .....	74

### Lista de tablas

Tabla 1. <i>Características del suelo de las parcelas muestreadas.</i>	28
Tabla 2. <i>Especies forrajeras encontradas en el área.</i>	29
Tabla 3 . <i>Especies arbóreas encontradas en las parcelas.</i>	30
Tabla 4. <i>Especies gramíneas y otras forrajeras identificadas en las parcelas.</i>	32
Tabla 5. <i>Composición florística de las especies arbóreas forrajeras</i>	32
Tabla 6. <i>Composición florística de gramíneas y otras forrajeras.</i>	33
Tabla 7. <i>Índices de biodiversidad para las especies arbóreas.</i>	36
Tabla 8. <i>Contenido de proteína para especies arbóreas y arbustivas.</i>	37
Tabla 9. <i>Usos para Acacia decurrens, Alnus acuminata y Salix humboldtiana.</i>	38
Tabla 10. <i>Contenido de proteína para las gramíneas y otras especies forrajeras.</i>	40

### Lista de Figuras

Figura 1. <i>Veredas de la parte alta del Municipio de Málaga.</i> .....	21
Figura 2. <i>Diseño de parcelas según la metodología ANLA.</i> .....	23
Figura 3. <i>Índice de Valor de Importancia de las especies arbóreas.</i> .....	35

### Lista de Apéndices

Apéndice A. Carretón rosado ( <i>Trifolium pratense</i> ) .....	51
Apéndice B. Carretón blanco ( <i>Trifolium repens</i> ).....	52
Apéndice C. Falsa poa ( <i>Holcus lanatus</i> ).....	53
Apéndice D. Pasto kikuyo ( <i>Cenchrus clandestinus</i> ).....	54
Apéndice E. Raigrass ( <i>Lolium perenne</i> ) .....	55
Apéndice F. Pasto poa ( <i>Poa pratensis</i> ).....	56
Apéndice G. Pasto cuba ( <i>Pennisetum sp</i> ).....	57
Apéndice H. Pasto elefante ( <i>Pennisetum purpureum</i> ) .....	58
Apéndice I. Pasto azul ( <i>Dactylis glomerata</i> ) .....	59
Apéndice J. Pasto braquiaria ( <i>Brachiaria decumbens</i> ) .....	60
Apéndice K. Pasto imperial ( <i>Axonopus scoparius</i> ).....	61
Apéndice L. Sauce ( <i>Salix humboldtiana</i> ).....	62
Apéndice M. Garrocho ( <i>Viburnum triphyllum</i> ).....	63
Apéndice N. Aliso ( <i>Alnus acuminata</i> ) .....	64
Apéndice O. Mortiño ( <i>Hesperomeles goudotina</i> ).....	65
Apéndice P. Urapan ( <i>Fraxinus chinensis</i> ).....	66
Apéndice Q. Acacia ( <i>Acacia decurrens</i> ).....	67
Apéndice R. Falso balso ( <i>Ochrhoma pyramidale</i> ).....	68
Apéndice S. Chilca ( <i>Baccharis latifolia</i> ) .....	69
Apéndice T. Guamo ( <i>Inga sp</i> ).....	70
Apéndice U. Loqueto ( <i>Escallonia pendula</i> ).....	71

Apéndice V. Chachafruto ( <i>Erythrina edulis</i> ) .....	72
Apéndice W. Chocho ( <i>Erythrina rubrinervia</i> ).....	73

### **Lista de Anexos**

Anexo A. Tipos de suelos presentes en la parte alta de Málaga. ....	74
Anexo B. Clases agrologicas y uso del suelo de la parte alta de Málaga.....	74

## Resumen

**TITULO:** CARACTERIZACION DE ESPECIES PROMISORIAS CON POTENCIAL FORRAJERO PRESENTES EN LA PARTE ALTA DEL MUNICIPIO DE MÁLAGA, SANTANDER (COLOMBIA).\*

**AUTOR:** NURY YASMIN RUBIANO ROJAS  
DANIELA MARCELA ALBARRACIN TIBADUIZA \*\*

**PALABRAS CLAVES:** RUMIANTES, GRAMÍNEAS, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, PROTEÍNA, SUELOS

### DESCRIPCION:

En la parte alta del municipio de Málaga, las principales actividades económicas son la agricultura y la ganadería (i.e. ovina, caprina y bobina), cuya actividad productiva acentúa la degradación del paisaje colocando en riesgo la sostenibilidad del territorio, igualmente hay desconocimiento por parte de la comunidad acerca de los sistemas arbustivos y arbóreos de forrajes que se puedan implementar en las fincas. El propósito fue identificar las especies arbóreas, arbustivas y gramíneas con potencial forrajero utilizadas por la comunidad para alimentación del ganado. Se diseñaron parcelas siguiendo la metodología empleada por la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), evaluando la composición florística y los índices de biodiversidad, y se determinó el contenido de proteína. Se obtuvo para especies arbóreas y arbustivas un total de 9 especies, las cuales representan 8 familias y 9 géneros, y en cuanto a gramíneas, se registró un total de 12 especies (2 familias y 8 géneros). Se encontró que las especies de mayor peso ecológico fueron *Escallonia pendula* (176,80%) seguida de *Fraxinus chinensis* (61,09%) y *Salix humboldtiana* (17,56%), en cuanto a los índices de biodiversidad el ecosistema presenta baja tendencia a la heterogeneidad debido a que la especie más dominante fue *Escallonia pendula*, las especies arbóreas que mostraron mayor contenido de proteína fueron *Erythrina rubrinervia* (25.4%), *Alnus acuminata* (25.1%) y *Erythrina edulis* (24.3%), y las gramíneas de mayor contenido de proteína fueron *Dactylis glomerata* (24.2%), *Poa pratensis* (22.3%) y *Cenchrus clandestinus* (20.1%). Con el trabajo realizado se espera minimizar el impacto ambiental con relación a la actividad ganadera a nivel local y regional, además se hace necesarios estudios que orienten a los habitantes en el uso de buenas prácticas ganaderas, con base a las especies arbóreas, arbustivas y gramíneas forrajeras que permitan disminuir la degradación y erosión del paisaje que actualmente ha sido el más afectado.

---

\* Trabajo de grado.

\*\* Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: Rodríguez Toro, Jorge Andrés. Ingeniero Forestal, Ph.D.

### Summary

**TITLE:** CHARACTERIZATION OF PROMISING SPECIES WITH POTENTIAL FORTRESS PRESENT AT THE HIGH PART OF THE MUNICIPALITY OF MÁLAGA, SANTANDER (COLOMBIA). \*

**AUTHOR:** NURY YASMIN RUBIANO ROJAS  
DANIELA MARCELA ALBARRACIN TIBADUIZA. \*\*

**KEY WORDS:** RUMINANTS, GRASSES, FLORISTIC COMPOSITION, PROTEIN, SOILS

### DESCRIPTION:

In the upper part of the municipality of Málaga, the main economic activities are agriculture and livestock (ie sheep, goat and coil), whose productive activity accentuates the degradation of the landscape placing at risk the sustainability of the territory. In the same way there is ignorance by the community about shrub and tree systems of forages that can be implemented on farms.

The purpose was to identify the tree, shrub and grass species with forage potential used by the community to feed the cattle. Plots were designed following the methodology used by the National Environmental Licensing Agency (ANLA), evaluating floristic composition and biodiversity indexes, and determining the protein content. A total of 9 species, representing 8 families and 9 genera, were obtained for tree and shrub species, and 12 species (2 families and 8 genera) were recorded for grasses.

It was found that the species with the highest ecological weight were *Escallonia pendula* (176,80%) followed by *Fraxinus chinensis* (61,09%) and *Salix humboldtiana* (17,56%), in terms of biodiversity indexes the ecosystem presents a low tendency to heterogeneity due to the most dominant species was *Escallonia pendula* tree species with the highest protein content were *Erythrina rubrinervia* (25.4%), *Alnus acuminata* (25.1%) and *Erythrina edulis* (24.3%), and the grasses with the highest protein content were *Dactylis glomerata* (24.2%), *Poa pratensis* (22.3%) and *Cenchrus clandestinus* (20.1%). The work done, it is expected to minimize environmental impact in relation to livestock activity at the local and regional level, in addition it is necessary studies that guide the inhabitants in the use of good livestock practices, based on the tree species, shrubs and forage grasses that allow to diminish the degradation and erosion of the landscape that at the moment has been the most affected.

---

\* Bachelor Thesis.

\*\* Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: Rodríguez Toro, Jorge Andrés. Ingeniero Forestal, Ph.D.

## Introducción

En el siglo XX los ecosistemas forestales de América Latina se talaron extensamente para la actividad ganadera (Serra & Toledo, 1990), en centro América las zonas dedicadas a esta actividad representan el 46% del total de las áreas agrícolas (18,4 millones hectáreas), en Colombia durante los últimos 35 años las tierras que se modificaron para este tipo de actividad aumentaron de 14,6 a 35,5 millones de hectáreas (IVH, 1998) y aun continua en expansión la frontera para la ganadería reemplazando ecosistemas naturales.

Debido a los efectos negativos en el ambiente producto de las diferentes actividades antrópicas con fines comerciales (i.e., la actividad ganadera, entre otros), en el trópico los sistemas ganaderos se caracterizan por una baja eficiencia en el uso de los suelos, adicional al deterioro ambiental a causa de problemas como la deforestación, quemas, erosión, pérdida de biodiversidad y la contaminación de las fuentes hídricas (Robledo, 2010). Aspectos que han hecho que la actividad ganadera sea vista como un sector productivo que atenta contra la sostenibilidad ecológica de los ecosistemas, así mismo la carente información sobre el uso y manejo de las especies arbóreas y arbustivas ha limitado practicas agropecuarias sostenibles, que se reflejan en ampliación de la frontera agrícola e implementación de sistemas de producción extensivos, generando impactos ambientales negativos, debido a las inadecuadas labores de manejo (Escobar, 1999). Por lo anterior se amerita en la actualidad un nuevo enfoque productivo en el cual se revaloricen los recursos arbóreos y arbustivos como elementos fundamentales para el diseño de sistemas productivos ganaderos más eficientes y sostenibles. Mediante el diseño de alternativas de conservación de forrajes y establecimiento de sistemas forrajeros que brinden una mayor estabilidad en la producción animal, la cual se reflejará en una ganadería más productiva (Suttie,

2000). Los árboles y arbustos forrajeros han sido reconocidos como un recurso estratégico para la ganadería, que puede contribuir, mediante su follaje y frutos, a resolver las restricciones de alimento en épocas críticas. De igual manera, este recurso contribuye a desarrollar sistemas ganaderos más fuertes, propiciando el uso de múltiples recursos ambientales. Sin embargo, se debe tener en cuenta que adicional al componente gramíneo, los árboles y arbustos forrajeros han sido reconocidos como un recurso estratégico para mejorar los sistemas ganaderos (Murgueitio, 2005). Si bien en los últimos años se ha tenido una mayor acogida por parte de los productores del componente arbóreo dentro de sus sistemas productivos, en Colombia y en otros países de América Latina se ha menospreciado este recurso aislándolo dentro de las funciones productivas y generadoras de servicios en sistemas productivos agropecuarios (Polania & Rendon, 2008). Con base a lo anterior, se caracterizaron especies forestales forrajeras que sirvieran para instalar sistemas agroforestales en la región ya que presentan niveles proteicos considerables al igual que las gramíneas, la biomasa de los árboles y arbustos contribuye a mejorar la calidad de la dieta de los animales, satisfacer la demanda de alimentos en la época de sequía y estimular la aplicación de técnicas de producción animal compatibles con el medio ambiente y los recursos naturales por lo cual se evaluó el contenido de proteína de las especies promisorias y de mayor distribución en el área de estudio.

Por otra parte, la mayoría de las investigaciones de caracterización nutricional en el trópico se han desarrollado con especies leguminosas, y aunque se dice que éstas presentan un elevado potencial para la alimentación, también existen otros forrajes de diferentes familias botánicas de los cuales se conoce poco sobre su composición química, niveles de compuestos antinutricionales y valor nutritivo, de forma integral (Baldizan , 2003). Por lo que este último grupo ha sido menos estudiado y, salvo en algunas especies, el potencial forrajero de estas plantas ha sido subestimado (Garcia , 2003).

Con ello, se espera ayudar a las comunidades para que conozcan el potencial forrajero de las especies forestales presentes en la parte alta del municipio de Málaga, así mismo, se obtendrían beneficios ambientales y económicos a partir de la implementación de otras especies; debido a que las especies arbóreas y arbustivas han demostrado poseer una alta capacidad para adaptarse a diferentes condiciones de suelo y regímenes de explotación, aun cuando no se aplique riego, ni fertilización (Toral, y otros, 2006).

Según la caracterización realizada se encontró variedad de especies pero con pocos individuos, esto obedece a una de las características particulares de los bosques tropicales (Bourgeron, 1983). Y por el deterioro de los bosques como consecuencia de la expansión de la frontera agropecuaria (agrícola y ganadera).

El objetivo del estudio fue la caracterización de las especies forrajeras de la parte alta del municipio de Málaga, mediante la composición florística la cual permite evaluar el comportamiento de los arboles individuales y de las especies en la superficie del bosque esta se determina a través de índices que expresan la ocurrencia y el número de especies, al igual que su importancia ecológica dentro del ecosistema (Lamprecht, 1990). Por lo cual se pretende que estas especies forrajeras sean utilizadas en mayor cantidad para la producción ganadera, como fuente alimenticia y como alternativa sostenible para la región.

## 1 . Objetivos

### 1.1 Objetivo General

Caracterizar las especies arbóreas, arbustivas y gramíneas con potencial forrajero presentes en la parte alta del municipio de Málaga (Santander, Colombia).

### 1.2 Objetivos Específicos

- Identificar las especies forrajeras a partir de información primaria y secundaria de la zona.
- Evaluar la composición florística a partir de muestreo de campo.
- Determinar el contenido de proteína de las especies promisorias con potencial forrajero presentes en la zona.

## 2 . Hipótesis

*Dado* que las especies forestales presentan un alto potencial forrajero, *si* además se encuentran desarrolladas en la zona, *entonces* pueden ser implementados mediante sistemas agroforestales y programas destinados a contribuir en la alimentación de ganado, conservación del medio ambiente y desarrollo sostenible de la región.

### **3 . Materiales y Métodos**

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados se llevó a cabo la siguiente metodología:

#### **3.1 Ubicación**

El estudio se realizó en las veredas San Luis, Buena Vista, Pescaderito, Pescadero y Pantano Grande del municipio de Málaga, Santander (Colombia), abarcando una extensión de 3855,82 hectáreas entre un rango altitudinal de 2200 a 2700 m.s.n.m. El Municipio de Málaga cuenta con una temperatura mínima mensual de 5°C, media mensual de 14 °C y máxima mensual de 22°C, humedad relativa mínima mensual de 70% para el mes de Enero y máxima mensual de 80% en el mes de Octubre, brillo solar de 190 horas/mes y una precipitación mínima mensual de 44 mm en el mes de Enero y máxima mensual de 250 mm para el mes de Octubre, las precipitaciones tienen un comportamiento bimodal con dos picos para los meses de Mayo- Abril y Octubre-Noviembre (IDEAM, 2016), el tipo de suelo pertenece a MLDd y MLDe , la clase agrologica IVs y VIs, 1 en cuanto al uso del suelo, la zona pertenece a clima frio húmedo y muy húmedo de acuerdo al (IGAC, 2016).

#### **3.2 Área de estudio**

Se identificó el área de estudio mediante la consulta en la base cartográfica del municipio, obteniendo el mapa de las veredas del plan de ordenamiento territorial (Figura 1), información cartográfica que sirvió para realizar la delimitación de la parte alta del municipio de Málaga (Santander) a través del software QGIS (QUANTUM, 2009).

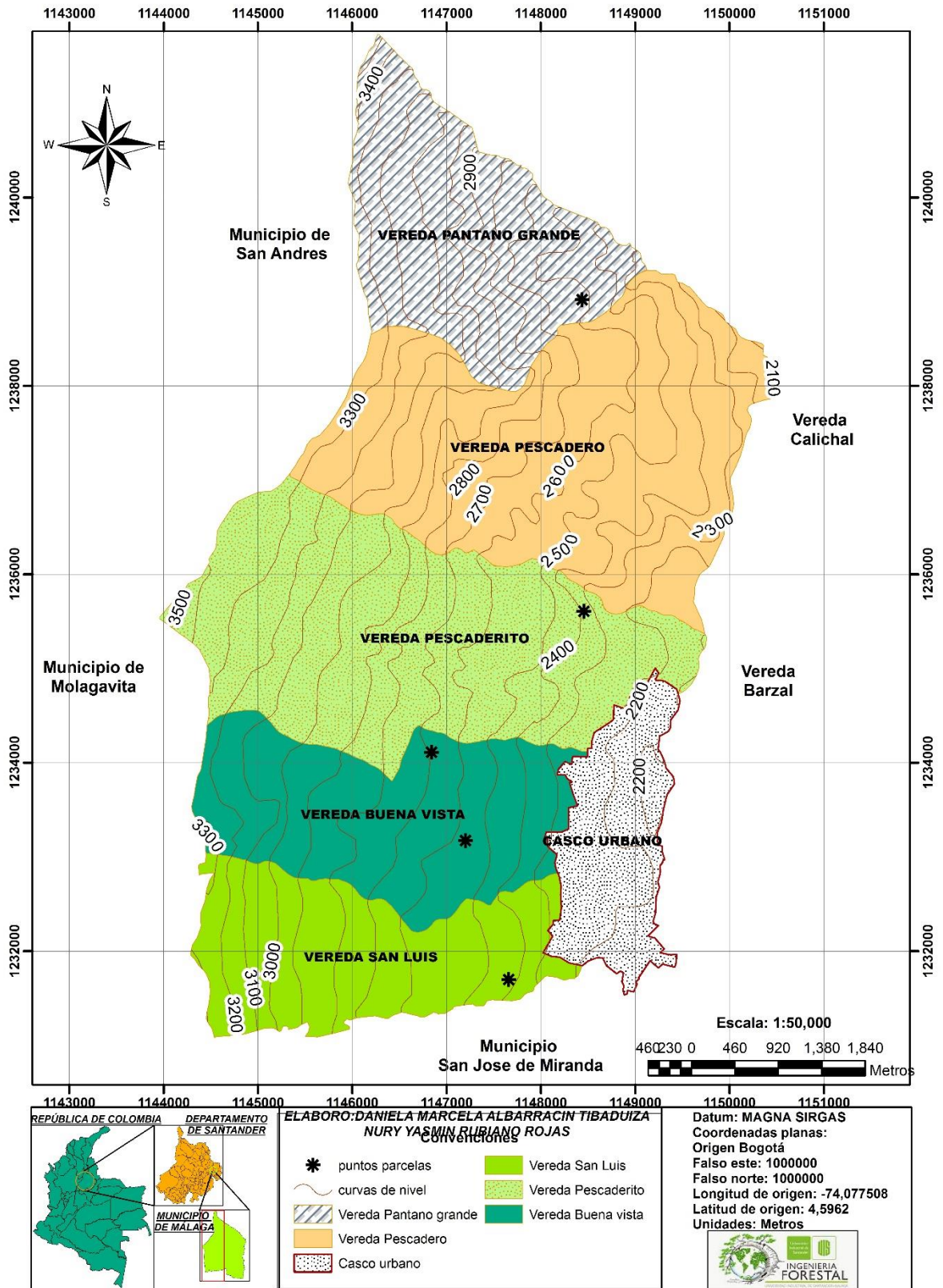


Figura 1. Veredas de la parte alta del Municipio de Málaga.

### **3.3 Recolección de información**

La información secundaria se realizó a través de consultas de bases de datos (Alcaldía Municipal de Malaga, 2003). Consulta de archivos del municipio de Málaga, así como en libros y páginas web. La información primaria se recolecto mediante aplicación de encuestas a la comunidad y levantamientos de muestreo florísticos en campo.

### **3.4 Diseño de parcelas**

Se caracterizó la zona de estudio mediante parcelas aleatorias, sobre la base de una interpretación de mapas del lugar y con ayuda de hojas de cálculo se definieron los puntos a muestrear. Se empleó la metodología de la Agencia Nacional de Licencias Ambientales - ANLA Figura 2 para la delimitación de las parcelas y subparcelas, en total se realizaron 5 parcelas de 50 x 20 m (1000 m<sup>2</sup>), divididas en 10 subparcelas de 10 x 10 m (100 m<sup>2</sup>), en las cuales se contaron todos los arboles cuyo diámetro a la altura del pecho (DAP) era mayor o igual a 10 cm, de hábitat arbóreo. En dos subparcelas de 10 x 10 metros, ubicadas en los extremos de la parcela para fustales se hicieron subparcelas de 5 x 5 m (25 m<sup>2</sup>), registrando aquellos individuos que presentaron un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 2.5 a menores de 10cm, de hábitat arbustivo.

En las parcelas de 5 x 5m, se establecieron subparcelas de 2 x 2 m (4m<sup>2</sup>), se identificaron los individuos, de hábitat gramíneo.

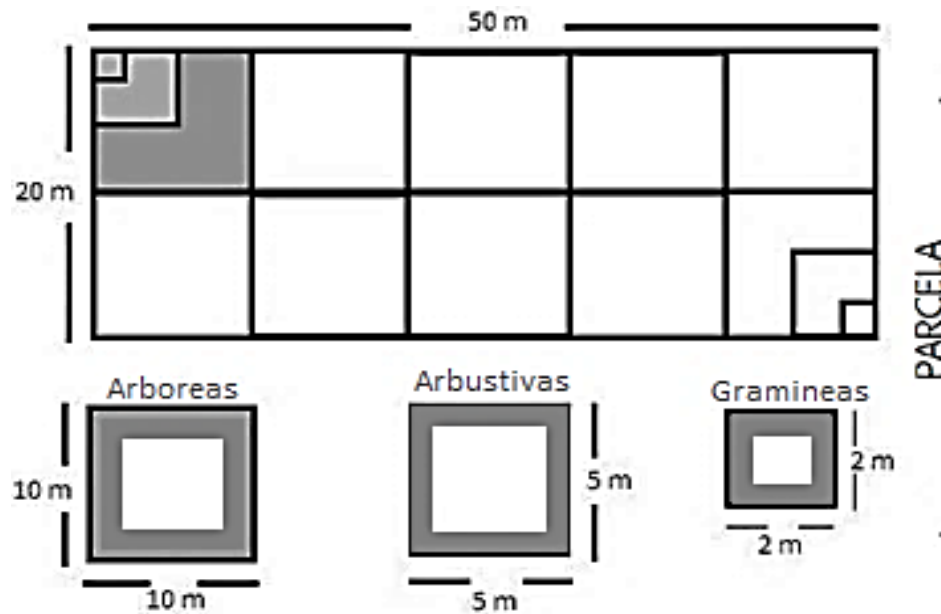


Figura 2. Diseño de parcelas según la metodología ANLA.

### 3.5 Identificación de las especies

Para identificar las especies arbóreas, arbustivas y gramíneas con potencial forrajero en la zona de estudio, se contó con la asesoría de dos guías de la comunidad, de claves y libros de clasificación taxonómica (Bartolomaus *et al.*, 1990), (Cordero, 2000) y (Alvarez, 2002).

### 3.6 Toma de datos

Para la recolección de la información de campo, se diseñó un formulario específico que permitió registrar cada una de las variables obtenidas para su posterior procesamiento y análisis. Para cada individuo inventariado, se registró: número del árbol, nombre común, nombre científico, y DAP; estos datos se complementaron con información referente a la ubicación geográfica, fecha, geoforma, parcela, azimut, formulario y responsables.

### 3.7 Composición florística

La composición florística se realizó mediante el conteo del total de especies, familias y géneros tanto para arbóreas y gramíneas forrajeras encontradas en el lugar, se evaluó a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, en este caso las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (I.V.I.), lo cual representa la importancia ecológica dentro del ecosistema de cada especie.

**3.7.1 Índice de Valor de Importancia (IVI).** Es un índice muy utilizado en estudios descriptivos y cuantitativos de la estructura de los distintos tipos de bosques, permite diferir el peso ecológico de una especie dentro del tipo de cobertura. Su expresión matemática es la siguiente:

$$IVI = Ar + Fr + Dr$$

Donde,

Ar: abundancia relativa:

Se define como el porcentaje de cada especie con relación al número total de individuos de todas las especies encontradas en la muestra. Se calcula mediante la fórmula:

$$Ar_i = \left( \frac{Aabs}{\sum Aabs_{Total}} \right) * 100\%$$

Donde,  $Ar_j$ : Abundancia relativa,  $Aabs$ : Abundancia absoluta

Fr: frecuencia relativa:

Se calcula como la frecuencia absoluta de una especie en relación a la suma de frecuencias absolutas de todas las especies presentes en la muestra. Expresada como:

$$Fr_i = \left( \frac{Fabs}{\sum Fabs_{Total}} \right) * 100\%$$

Donde,  $Fr_i$ : Frecuencia relativa,  $Fabs$ : Frecuencia absoluta

Dr: dominancia relativa:

Es el porcentaje de la dominancia absoluta de una especie con relación a la suma de las dominancias absolutas de todas las especies presentes en la muestra.

Expresada como:

$$Dr_i = \left( \frac{Dabs}{\sum Dabs_{Total}} \right) * 100\%$$

Donde,  $Dr_i$ : Dominancia relativa,  $Dabs$ : Dominancia absoluta

Mediante los análisis se obtuvo la caracterización de la vegetación, en base al peso ecológico de las especies más representativas en base al IVI.

**3.7.2 Índices de biodiversidad.** El análisis se complementó con estimaciones de riqueza específica, dominancia y equidad con base en índices de biodiversidad presentados en el estudio de Diversidad Ecológica y su Medición y en el Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad (Villareal, y otros, 2004).

**3.7.2.1 Índice de Margalef.** Mediante este índice se halla la relación entre el número de especies existentes en un ecosistema y el número total de individuos que la componen, el cual caracteriza la riqueza de especies de una comunidad específica, expresada con la siguiente formula:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln(N)}$$

Donde,  $D_{Mg}$ : Índice de Margalef, S: número de especie, N: número total de individuos

**3.7.2.2 Índice de Menhinick.** Este índice muestra la relación entre el número de especies existentes en un ecosistema y el número total de individuos que la componen. Expresado como:

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Donde,  $D_{Mn}$ : Índice de Menhinick, S: número de especie, N: número total de individuos

**3.7.2.3 Índice de Simpson ( $\lambda$ ).** El índice expresa la dominancia, siendo éste índice fuertemente influenciado por las especies que marcan dominancia en un territorio dado. Se expresa:

$$\lambda = \sum P_i^2$$

Donde,  $\lambda$ : índice de Simpson, P: abundancia proporcional de cada una de las especies

**3.7.2.4 Índice de Berger-Parker.** Es un índice que muestra una alta percepción de la dominancia de una comunidad en función de la especie que presenta la mayor frecuencia. Expresado con la siguiente formula:

$$d = \frac{N_{Max}}{N}$$

Dónde,  $d$ : Índice de Berger-Parker,  $N_{\text{Max}}$ : número de individuos de la especie con más abundante,  $N$ : número total de individuos

**3.7.2.5 Índice de Shannon-Wiener.** Este índice manifiesta la equidad, asumiendo que todas las especies del ecosistema se encuentran representadas al interior de la muestra; siendo altamente influenciada por las especies que presentan mayor abundancia. Se expresa mediante:

$$H' = - \sum p_i \cdot \ln(p_i)$$

Donde,  $H'$ : Shannon- Wiener,  $P$ : abundancia proporcional de cada una de las especies

### 3.8 Determinación de Proteína

Se tomaron muestras vegetales con un peso aproximado de 500 g de cada una de las especies forrajeras, estas se colectaron y se enviaron al laboratorio de la corporación colombiana de investigación agropecuaria (CORPOICA), Mosquera, Cundinamarca, para determinar el contenido de proteína.

Las muestras se empacaron en papel periódico, rotuladas y llevadas al laboratorio de química de la Universidad Industrial de Santander, sede Málaga, para ser secadas en el horno durante 24 horas a una temperatura de 60°C hasta alcanzar peso constante, una vez secas fueron enviadas al laboratorio de Corpoica (Mosquera, Cundinamarca) donde se sometieron a procedimientos (Método extracción/cuantificación) para obtener el resultado del contenido del contenido de Nitrógeno (Pascal & Estrada, 2016).

Una vez obtenido el resultado de nitrógeno se multiplico por la constante 6.25, de esta manera se obtuvo el contenido de proteína para cada especie (Alvarez, 2002).

### 3.9 Muestreo de suelos

Se determinó la composición química del suelo de cada parcela mediante la interpretación de los análisis químicos de suelos del año 2010 a 2015, que tenían los propietarios de los predios sobre los cuales se establecieron los sitios de muestreo, las características de los suelos se observan en la Tabla 1.

Tabla 1.

*Características del suelo de las parcelas muestreadas.*

Propiedades fisicoquímicas	Composición del suelo				
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5
Altura m.s.n.m	2429	2638	2686	2237	2686
pH	5.19	6.02	6.12	4.86	6.12
%Materia Orgánica	3.87	3.24	3.72	3.92	3.72
% Nitrógeno Total	0.19	0.16	0.19	0.20	0.19
Aluminio Eq/100g	0.9	0	0	1.4	0
Fosforo(ppm)	6.5	3.18	9.3	5.57	9.3
Potasio meq/100g	0.45	0.16	0.26	0.69	0.26
Calcio meq/100g	4.12	9.61	8.74	2.5	8.74
Magnesio meq/100g	0.57	1.29	0.44	0.93	0.44
Sodio meq/100g	0.06	0.09	0.1	0.16	0.1
Hierro (ppm)	161	51.6	85.2	123	85.2
Manganeso(ppm)	16.4	0.66	4.68	96.5	4.68
Cobre (ppm)	0.81	0.42	0.24	1.25	0.24
Zinc (ppm)	0.89	3.11	1.01	1.49	1.01
Azufre (ppm)	3.14	4.93	3.27	4.63	3.27
Boro(ppm)	0.02	0.77	0.01	0.38	0.01
CICE	6.1	10.9	9.54	19.4	9.54
Ca/Mg	7.23	7.45	19.9	2.69	19.9
Ca/K	9.16	60.1	33.6	3.62	33.6
Mg/K	1.27	8.06	1.69	1.35	1.69
Ca +Mg/K	10.4	68.1	35.3	4.97	35.3
Saturación de bases	85.2		100	22.1	100
Saturación de Aluminio	14.8		0	24.6	0
% Arena	46	56	52	60	52
% Limo	34	36	30	34	30
% Arcilla	20	8	18	6	18

*Nota:* Propiedades fisicoquímicas de las cinco parcelas muestreadas. Los datos fueron obtenidos de los análisis de suelos facilitados por los propietarios de los predios donde se realizaron los muestreos.

### 3 . Resultados y discusión

#### 4.1 Especies forrajeras encontradas en el área.

En la Tabla 2, se relacionan las especies forrajeras más utilizadas como alimento para el ganado por la comunidad de la parte alta, entre ellas árboles, arbustos y gramíneas, se observó potreros en desprovistos de especies arbóreas y arbustivas; los cuales están ocupados por gramíneas sin un manejo adecuado que permita obtener un mayor aporte de biomasa para alimentar el ganado.

Tabla 2.

*Especies forrajeras encontradas en el área.*

ID	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Acacia	<i>Acacia decurrens</i>	Mimosaceae
2	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	Betulaceae
3	Pasto imperial	<i>Axonopus scoparius</i>	Poaceae
4	Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>	Asteraceae
5	Pasto braquiaria	<i>Brachiaria decumbens</i>	Poaceae
6	Pasto azul	<i>Dactylis glomerata</i>	Poaceae
7	Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	Fabaceae
8	Chocho	<i>Erythrina rubrinervia</i>	Fabaceae
9	Loqueto	<i>Escallonia pendula</i>	Escalloniaceae
10	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i>	Oleaceae
11	Mortiño	<i>Hesperomeles goudotiana</i>	Rosaceae
12	Falsa poa	<i>Holcus lanatus</i>	Poaceae
13	Guamo	<i>Inga sp</i>	Fabaceae
14	Raigrass	<i>Lolium perenne</i>	Poaceae
15	Pasto yaraguá	<i>Melinis minutiflora</i>	Poaceae
16	Falso Balso	<i>Ochroma pyramidale</i>	Malvaceae
17	Pasto kikuyo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	Poaceae
18	pasto elefante	<i>Pennisetum purpureum</i>	Poaceae
19	Pasto cuba	<i>Pennisetum sp</i>	Poaceae
20	Pasto poa	<i>Poa pratensis</i>	Poaceae
21	Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>	Salicaceae
22	Carretón rosado	<i>Trifolium pratense</i>	Leguminosa
23	Carretón blanco	<i>Trifolium repens</i>	Leguminosa
24	Garrocho	<i>Viburnum triphyllum</i>	Adoxaceae

Como se observa en la Tabla 3, *Escallonia pendula* y *Fraxinus chinensis* se encontraron en varias parcelas y presentan mayor cantidad de individuos en el área, en la vereda Pantano Grande *Acacia decurrens* es una especie forrajera apetecida por los animales aunque se encuentran muy pocos individuos, en la vereda San Luis las especies *Inga sp* y *Ochroma pyramidale* se presentaron en mayor cantidad siendo estas las más apetecidas y representativas junto con *Salix humboldtiana* y en la vereda Buenavista se encontró *Hesperomeles goudotiana* y *Viburnum triphyllum*, los cuales en las demás veredas no se encuentran debido a la fragmentación del bosque para la expansión de la frontera agrícola y ganadera, en general las praderas de la parte alta se encuentran desprovistas de especies arbóreas debido a que la comunidad maneja monocultivos de pastos para alimentar el ganado desconociendo los beneficios que pueden presentar estas especies si se integran como una alternativa de alimento que complementa a las praderas. Además de eso se presenta degradación de los suelos, pérdida de la cobertura, disminución en la calidad del paisaje, erosión entre otras.

Tabla 3 .

*Especies arbóreas encontradas en las parcelas.*

Parcela	Vereda	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Pescaderito	Chocho	<i>Erythrina rubrinervia</i>	Fabaceae
		Loqueto	<i>Escallonia pendula</i>	Escalloniaceae
2	Pantano grande	Acacia	<i>Acacia decurrens</i>	Mimosaceae
		Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i>	Oleaceae
3	Buenavista	Mortiño	<i>Hesperomeles goudotiana</i>	Rosaceae
		Garrocho	<i>Viburnum triphyllum</i>	Adoxaceae
4	San Luis	Loqueto	<i>Escallonia pendula</i>	Escalloniaceae
		Guamo	<i>Inga sp</i>	Fabaceae
		Falso Balso	<i>Ochroma pyramidale</i>	Malvaceae
		Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>	Salicaceae
5	Buenavista	Loqueto	<i>Escallonia pendula</i>	Escalloniaceae
		Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i>	Oleaceae

Los árboles y arbustos con potencial forrajeros arrojados en este estudio pueden ser implementados en las fincas de la zona , mediante sistemas agroforestales o silvopastoriles ya que estos permiten generar microclimas estables, conservan y mejoran la fertilidad del suelo, embellecen el paisaje, sirven como fuente de alimento para el ganado en épocas críticas, conservan las fuentes de agua, se puede obtener madera y leña, además generar nichos ecológicos para aumentar la biodiversidad (Muergueitio, 1999)

Si se implementan sistemas silvopastoriles estos se convierten en una estrategia para incrementar la producción de las fincas ganaderas permitiendo mejorar las condiciones físicas y químicas de los suelos (Jarro, 2005). Estudios realizados en Centroamérica han comprobado que la conversión de pasturas a sistemas silvopastoriles pueden reducir las pérdidas de carbono en el suelo, un ejemplo claro es el de una plantación de Acacia sobre un suelo ácido después de cinco años conservo altos contenidos de materia orgánica al compararse con una pastura sin árboles (Ospina, 2003).

En la Tabla 4, se mencionan las gramíneas y otras especies forrajeras encontradas en la zona de estudio entre ellas el *Cenchrus clandestinus* siendo la gramínea más representativa, debido a que se halló en la mayoría de parcelas realizadas y a que es la gramínea más usada por los habitantes, seguido de las leguminosas *Trifolium repens* y *Trifolium pratense*, que se observaron bien desarrolladas en el área. Los habitantes no solo usan como alimento para el ganado las gramíneas y leguminosas que se encuentran en las praderas sino también pastos de corte los cuales se establecen en otro lugar donde no son pisoteados por el ganado, entre ellos *Pennisetum purpureum*, *Axonopus scoparius* y *Pennisetum sp*, los cuales son usados para ensilaje con otros pastos.

Se observó que los productores no manejan adecuadamente las praderas lo cual disminuye la cantidad y calidad del forraje que estas generan además si no se implementan sistemas de manejo

adecuado se incrementarían las bajas producciones y rendimientos tanto de las gramíneas como del ganado.

Tabla 4.

*Especies gramíneas y otras forrajeras identificadas en las parcelas.*

Parcela	Vereda	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Pescaderito	Falsa poa	<i>Holcus lanatus</i>	Poaceae
		Carretón blanco	<i>Trifolium repens</i>	Leguminosa
		Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>	Asteraceae
2	Pantano grande	Carretón rosado	<i>Trifolium pratense</i>	Leguminosa
		Ray grass	<i>Lolium multiflorum</i>	Poaceae
		Falsa poa	<i>Holcus lanatus</i>	Poaceae
		Pasto kikuyo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	Poaceae
3	Buenavista	Pasto azul	<i>Festuca glaucam</i>	Poaceae
		Pasto imperial	<i>Axonopus scoparius</i>	Poaceae
		Pasto yaraguá	<i>Hyparrhenia rufa</i>	Poaceae
		Pasto kikuyo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	Poaceae
4	San Luis	Carretón blanco	<i>Trifolium repens</i>	Leguminosa
		Carretón rosado	<i>Trifolium pratense</i>	Leguminosa
5	Buenavista	Pasto yaraguá	<i>Hyparrhenia rufa</i>	Poaceae
		Pasto poa	<i>Poa pratensis</i>	Poaceae
		Pasto kikuyo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	Poaceae
		Carretón rosado	<i>Trifolium pratense</i>	Leguminosa

#### 4.2 Composición florística de las especies forrajeras encontradas en el área.

En laTabla 5, se observan las especies arbóreas forrajeras encontradas a partir de la caracterización realizada en la zona de estudio de las cuales se encontró un total de 9 especies, 8 familias y 9 géneros.

Tabla 5.

*Composición florística de las especies arbóreas forrajeras*

Nombre común	Nombre científico	Familia	Genero
Acacia	<i>Acacia decurrens W.</i>	Mimosaceae	Acacia
Chocho	<i>Erythrina rubrinervia H.</i>	Fabaceae	Erythrina
Loqueto	<i>Escallonia pendula R.</i>	Escalloniaceae	Escallonia
Urapan	<i>Fraxinus chinensis R.</i>	Oleaceae	Fraxinus

Nombre común	Nombre científico	Familia	Genero
Mortiño	<i>Hesperomeles goudotiana D</i>	Rosaceae	Hesperomeles
Guamo	<i>Inga sp M.</i>	Fabaceae	Inga
Falso Balso	<i>Ochroma pyramidale U.</i>	Malvaceae	Ochroma
Sauce	<i>Salix humboldtiana L.</i>	Salicaceae	Salix
Garrocho	<i>Viburnum triphyllum B.</i>	Adoxaceae	Viburnum

En la Tabla 6, se observan las especies gramíneas y otras forrajeras encontradas en la zona de estudio de las cuales se obtuvo para gramíneas un total de 12 especies de las cuales resultan 2 familias y 8 géneros, para leguminosas 2 especie, 1 familia y 1 genero.

Tabla 6.

*Composición florística de gramíneas y otras forrajeras.*

Nombre común	Nombre científico	Familia	Genero
Pasto imperial	<i>Axonopus scoparius K.</i>	Poaceae	Axonopus
Chilca	<i>Baccharis latifolia F.</i>	Asteraceae	Baccharis
Pasto braquiaria	<i>Brachiaria decumbens S.</i>	Poaceae	Baccharis
Pasto azul	<i>Dactylis glomerata L.</i>	Poaceae	Dactylis
Falsa poa	<i>Holcus lanatus L.</i>	Poaceae	Holcus
Raigrass	<i>Lolium perenne L.</i>	Poaceae	Lolium
Pasto yaraguá	<i>Melinis minutiflora P.</i>	Poaceae	Melinis
Pasto kikuyo	<i>Cenchrus clandestinus M.</i>	Poaceae	Pennisetum
Pasto elefante	<i>Pennisetum purpureum S.</i>	Poaceae	Pennisetum
Pasto cuba	<i>Pennisetum sp S.</i>	Poaceae	Pennisetum
Pasto poa	<i>Poa pratensis L.</i>	Poaceae	Poa
Carretón rosado	<i>Trifolium pratense L.</i>	Leguminosa	Trifolium
Carretón blanco	<i>Trifolium repens L.</i>	Leguminosa	Trifolium

#### 4.3 Composición florística de las especies arbóreas forrajeras.

A partir del análisis de los datos se obtuvieron parámetros ecológicos de abundancia, frecuencia y dominancia de las diversas especies, para posteriormente obtener el Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) de cada una de las especies como se observa en la Figura 3.

De acuerdo con la información obtenida en la caracterización, se encontró que las especies de mayor peso ecológico fueron *Escallonia pendula* (176,80%) seguida de *Fraxinus chinensis*

(61,09%) y *Salix humboldtiana* (17,56%), las cuales en igual orden presentaron las mayores abundancias, frecuencias y dominancias, las demás presentaron bajo peso ecológico debido la fragmentación del ecosistema de la parte alta, para la expansión de la frontera agrícola y pecuaria asimismo por que las principales actividades económicas de los habitantes son la ganadería y la agricultura.

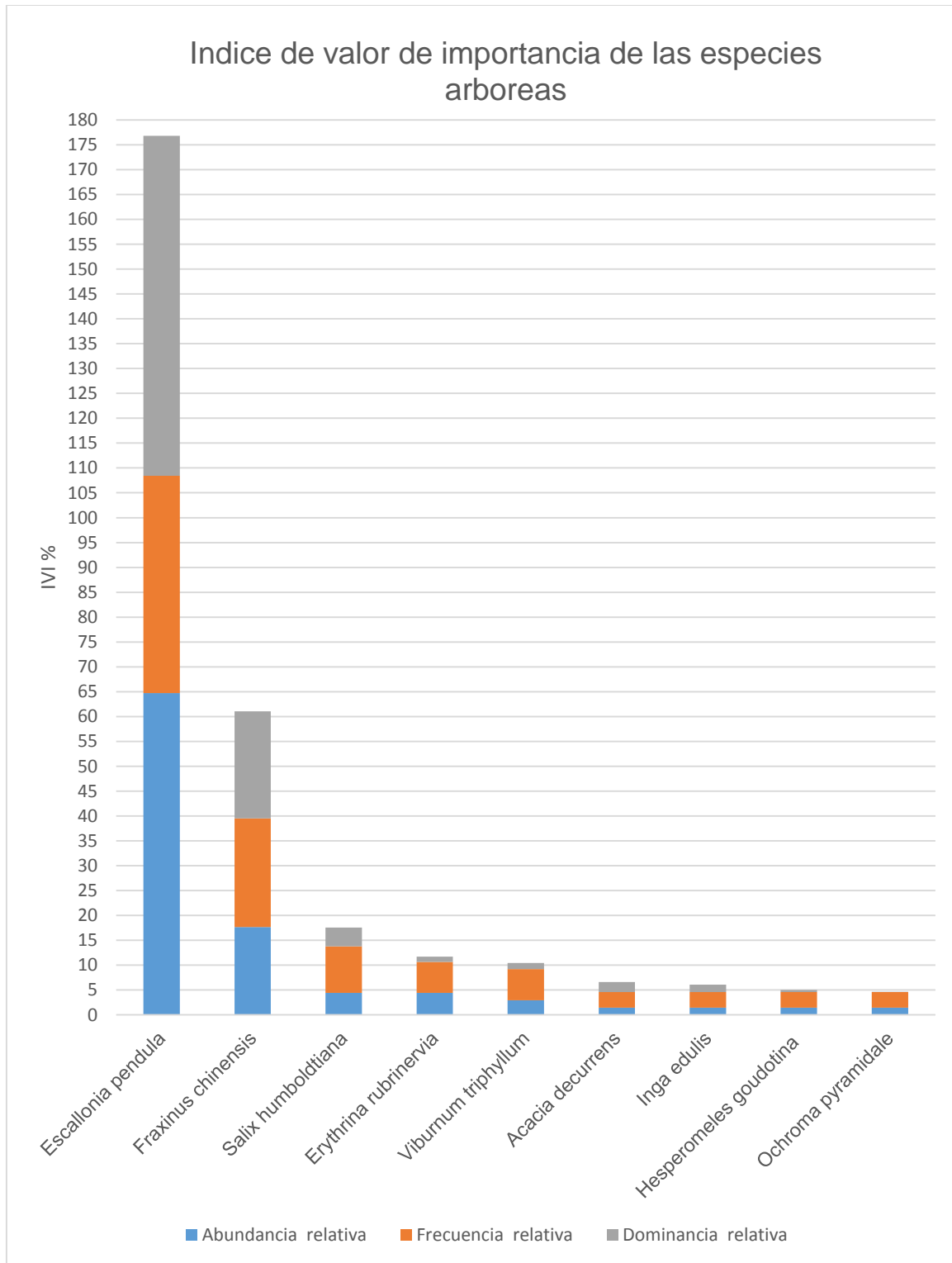


Figura 3. Índice de Valor de Importancia de las especies arbóreas.

#### 4.4 Índices de biodiversidad

De acuerdo a los índices de biodiversidad como se observa en la Tabla 7, para la parte alta del municipio de Málaga, se ve reflejado una baja diversidad en cuanto a la riqueza de especies determinado por los índices de Margalef y Menhinick, donde se encontraron 9 especies para fustal, corroborando la baja diversidad de especies presentes en el lugar. En cuanto a los índices de abundancia proporcional, basados en la dominancia; el índice de Simpson muestra una alta dominancia, donde encontramos una heterogeneidad del 54,46%, en cuanto al índice de Berger Parker este expresa una abundancia proporcional de 0.647 de la especie más abundante (*Escallonia pendula*) debido a que presento mayor número de individuos en el área. En cuanto a los índices de abundancia proporcional, basados en la equidad, el índice de Shannon-Wiener indica que todas las especies no son igualmente abundantes debido a que en el lugar las más abundantes fueron *Escallonia pendula*, *Fraxinus chinensis* y *Salix humboldtiana*.

Tabla 7.

*Índices de biodiversidad para las especies arbóreas.*

INDICES DE BIODIVERSIDAD				Fustal	
INDICES DE RIQUEZA ESPECIFICA				Riqueza de especies	9
				Índice de Margalef	1.8959
				Índice de Menhinick	1.0914
Estructura	Índices de Dominancia	abundancia	proporcional	Índice de Simpson ( $\lambda$ )	0.4554
				1- $\lambda$ (Heterogeneidad)	54.46%
				Índice de Berger-Parker	0.6470
Equidad				Índice de Shannon-Wiener	1.2150

#### 4.5 Contenido de proteína de las especies arbóreas y arbustivas forrajeras encontradas.

En la Tabla 8, se observan los contenidos de proteínas de las especies arbóreas y arbustiva as mencionada, especies forrajeras que la comunidad de la parte alta ha utilizado con mayor frecuencia para alimento del ganado, siendo *Erythrina rubrinervia*, *Alnus acuminata* y *Erythrina*

*edulis* las especies que muestran mayor contenido de proteína, esto no quiere decir que las demás especies de menor contenido proteico no se puedan implementar en las praderas, por el contrario, se pueden establecer para obtener un mayor complemento alimenticio con las que normalmente se han venido usando, de tal manera que los productores tengan en sus fincas mayor diversidad de fuentes forrajeras.

Las especies *Inga sp* y *Ochroma pyramidale*, pueden ser establecidas en las praderas de la parte baja de la vereda San Luis, por qué presentan baja cantidad de individuos y los que hay están siendo usados como alimento del ganado por algunos habitantes de la vereda.

Tabla 8.

*Contenido de proteína para especies arbóreas y arbustivas.*

Nombre común	Nombre científico	Contenido de proteína cruda %
Chocho	<i>Erythrina rubrinervia</i>	25.4
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	25.1
Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	24.3
Guamo	<i>Inga sp</i>	19.2
Falso Balso	<i>Ochroma pyramidale</i>	18.1
Acacia	<i>Acacia decurrens</i>	16.6
Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i>	12.8
Loqueto	<i>Escallonia pendula</i>	12.1
Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>	10.2
Mortiño	<i>Hesperomeles goudotiana</i>	9.6
Garrocho	<i>Viburnum triphyllum</i>	9.6

*Acacia decurrens* es una especie que se desarrolla mejor en suelos ácidos (Alvarez, 2002), su contenido de proteína es importante en vacas de alta producción de leche debido a que mejora su productividad, es una alternativa técnica, ambiental y económica viable, para la producción de leche y carne de ganado vacuno y recuperación de suelos, adicionalmente es la única especie

arbórea que en época de heladas permanece verde (Duran, 2013), ofreciendo forraje para los bovinos.

*Alnus acuminata* esta especie en Colombia crece entre los 1500 y 3300 m.s.n.m, no es muy exigente a los suelos, la comunidad la siembra con varios fines, como la protección de los suelos y la protección de nacimientos de agua. Se puede utilizar en sistemas silvopastoriles en arreglos de sombra, cercas vivas y cortinas rompevientos, el aliso asociado con praderas de *Cenchrus clandestinus* ofrece una mayor respuesta en la producción y calidad de las praderas. Además es una especie que sirve para la restauración de la fertilidad de los suelos en pasturas degradadas por su buena asociación con micorrizas (Russo, 1990)

En la Tabla 9, se observan los usos recomendados para *Acacia decurrens*, *Alnus acuminata* y *Salix humboldtiana*.

Tabla 9.  
Usos para *Acacia decurrens*, *Alnus acuminata* y *Salix humboldtiana*.

Especie	Usos										
	A	B	C	D	F	G	H	I	J	M	
<i>Acacia decurrens</i>	X	X	X	X	X	X	X		X		
<i>Alnus acuminata</i>	X	X			X	X	X		X		
<i>Salix humboldtiana</i>	X	X	X		X			X	X	X	

Fuente: (Arboleda, y otros, 2013).

**A.** Cerca Viva; **B.** Linderos; **C.** Barreras rompe vientos; **D.** Terrazas; **F.** Pasturas; **G.** Árboles en cultivos transitorios; **H.** Árboles en cultivos permanentes; **I.** Bancos de proteína, **J.** Forraje para alimentación bovina; **M.** Ornamental.

*Escallonia pendula* este árbol es consumido en mayor cantidad por el ganado cuando su follaje se encuentra en estado joven ya que así es más apetecido (Alvarez, 2002) y por qué los habitantes así lo indicaron, esta especie se encontró en toda la parte alta de Málaga de hecho es la especie

que más presento individuos, se observó que su adaptación es buena a las condiciones del lugar y se puede implementar en sistemas silvopastoriles no solo para alimento del ganado sino también como sombrío.

*Hesperomeles goudotiana* es un arbusto que en la zona sirve como alimento para el ganado no por solo sus frutos si no por su follaje, se desarrolla muy bien a las condiciones del lugar debido a que crece a alturas de 2600 a 3200 m.s.n.m, aunque los habitantes usan esta especie para alimento del ganado indicaron que casi no plantan individuos de la especie ya que su crecimiento es lento.

*Inga sp* es una especie de rápido crecimiento, se utiliza como sombrío para cafetales y ayuda a conservar la fertilidad del suelo. Pertenece al grupo de las leguminosas y tiene en sus raíces nódulos con bacterias fijadoras de nitrógeno, gracias a esto va abonando con nitrógeno el suelo en el cual crecen (OPEPA, 2017).

#### **4.6 Contenido de proteína para las gramíneas y otras especies forrajeras.**

En la Tabla 10, se observan los contenidos de proteína para las especies gramíneas y otras forrajeras, las especies que presentan mayor contenido de proteína son *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*, *Poa pratensis*, *Trifolium pratense* y *Cenchrus clandestinus*, todas las especies son utilizadas por los habitantes para alimento de los animales, debido a que son especies que no son muy exigentes y crecen fácilmente en diferentes condiciones tanto climáticas como edafológicas. Así como estas especies se encuentran en abundancia, otros pastos también presentan contenidos de proteína importantes para una buena alimentación del ganado los cuales son utilizados como pastos de corte tales como *Pennisetum purpureum*, *Axonopus scoparius* y *Pennisetum sp.*

Tabla 10.

*Contenido de proteína para las gramíneas y otras especies forrajeras.*

Nombre común	Nombre científico	Contenido de proteína cruda %
Pasto azul	<i>Dactylis glomerata</i>	24.2
Carreton blanco	<i>Trifolium repens</i>	23.2
Pasto poa	<i>Poa pratensis</i>	22.3
Carreton rosado	<i>Trifolium pratense</i>	20.6
Pasto kikuyo	<i>Cenchrus clandestinus</i>	20.1
Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>	18.2
Raigrass	<i>Lolium perenne</i>	16.8
Falsa poa	<i>Holcus lanatus</i>	11.9
Pasto imperial	<i>Axonopus scoparius</i>	11.4
Pasto cuba	<i>Pennisetum sp</i>	10.7
Pasto yaraguá	<i>Melinis minutiflora</i>	9.5
Pasto elefante	<i>Pennisetum purpureum</i>	9.45
Pasto braquiaria	<i>Brachiaria decumbens</i>	5.53

*Brachiaria decumbens* esta especie se adapta a las condiciones climáticas y edáficas presentadas en la zona. Aunque se dice que crece desde el nivel del mar hasta los 1800 m.s.n.m. (Peters *et al.*, 2010) Esta especie se encontró a una altura de 2638 m.s.n.m. Es una gramínea que se puede implementar en otras fincas que no cuenten con este tipo de forraje ya que es una especie que se adapta bien a suelos ácidos, ricos en hierro, aluminio, pobres en nutrientes y de baja fertilidad, formado pasturas agresivas de alto rendimiento, resistente al pastoreo intensivo y el pisoteo de los animales (Alvarez, 2002)

*Axonopus scoparius* esta especie se encontró en alturas mayores a 2200 m.s.n.m según (Alvarez, 2002) se adapta a esta condición aunque su desarrollo es muy lento ya que requiere de buenas condiciones de humedad y no prospera en suelos muy secos o muy húmedos, tiene la ventaja de que se puede demorar el corte hasta la floración sin que pierda su gustosidad y que es bastante rustico

*Cenchrus clandestinus* es la gramínea más común y mejor adaptada a las condiciones de la parte alta de Málaga ya que se encuentra entre los 2200 y 3000 m.s.n.m. aunque no prospera muy

bien en suelos pobres, es tolerante a la sequía pero muy susceptible a heladas (Duran, 2013). En las fincas donde se encuentra esta gramínea se debe manejar adecuadamente para obtener una buena producción y una alta capacidad de carga.

*Lolium perenne* es una especie que en las fincas de la parte alta de Málaga se emplea para pastoreo junto con otras gramíneas, se adapta a una gran variedad de suelos prefiriendo suelos pesados, fértiles y húmedos, se debe pastorear en rotación, ocupando el potrero por periodo cortos de 6 a 7 días (Alvarez, 2002). Ya que se observó que los propietarios de cada predio no realizan esta práctica y los que la realizan no cumplen con los periodos cortos de rotación si no que lo hacen cada 15 días o cada mes por que tienen vacas de leche, resaltando que no todos los propietarios tienen la misma cantidad de cabezas de ganado ni el mismo terreno de pastoreo.

*Melinis minutiflora* es una especie que se encontró a una altura de 2686 m.s.n.m, no tolera la sequía ni encharcamiento por largos periodos de tiempo (Duran, 2013), la comunidad no ha tenido en cuenta que esta es una especie que si se sobre pastorea no rebrota, por lo cual se le debe dar un manejo adecuado en el que se lleve un registro de los periodos de rotación del potrero teniendo en cuenta la capacidad de carga

*Holcus lanatus* esta especie se encontró asociada con otras gramíneas lo cual representa un problema con respecto a estas, debido a su rápida maduración. Se puede implementar en fincas de suelos pobres ácidos y ricos en materia orgánica ya que crecen en una amplia variedad de suelos, en condiciones secas y húmedas (Duran, 2013).

*Poa pratensis* es una especie que crece en suelos húmedos bien drenados, aunque se adapta a suelos arenosos (Duran, 2013), en la parte alta esta se adapta a diversas condiciones de suelo. Su calidad nutritiva es buena, produciendo pasto apetecido por el ganado ovino y bovino.

*Cenchrus clandestinus* en la parte alta esta gramínea es empleada por los productores para corte, no la usan en pastoreo debido a que esta no es muy resistente al pisoteo y la cosechan cuando esta tiene entre 50 y 70 días debido a que en este lapso de tiempo es un forraje de mejor calidad.

*Trifolium repens* esta especie muestra que los suelos de la parte alta contienen cantidades de fosforo significantes, ya sea porque los suelos son ricos en este nutriente o han sido fertilizados con este elemento por parte de los propietarios con fines agrícolas. Es una leguminosa que se desarrolla en gran diversidad de suelos, cuando la humedad es adecuada y se puede mezclar con otras gramíneas. Resaltando que esta actúa como perenne siempre y cuando haya humedad ya que muchas plantas desaparecen durante la época de verano (Alvarez, 2002).

*Trifolium pratense* esta especie es más resistente a la sequía que *Trifolium repens*, al pastoreo fuerte y se puede mezclar con otras gramíneas, los productores pueden usar esta leguminosa en una mezcla para ensilaje.

#### **4.7 Características del suelo de las parcelas muestreadas**

En la Tabla 10 se observa la composición del suelo de las parcelas muestreadas; en cuanto al contenido de materia orgánica para las cinco parcelas realizadas es bajo, debido a que muestra porcentajes menores al 5%, aunque la parcela cuatro presenta mayor contenido de materia orgánica ya que la zona es de relieve ondulado lo que permite que se arrastren sedimentos de la parte alta y los acumula en la parte baja.

Para la parcela 1 y 4 el pH es fuertemente ácido y muy fuertemente ácido, lo cual constituye una limitante para los cultivos y las plantas, la parcela 2 presenta un pH medianamente ácido, la

3 y 5 un pH ligeramente ácido siendo favorables para el desarrollo y crecimiento de la mayoría de cultivos.

En todas las parcelas el nitrógeno presenta bajos contenidos, por lo cual las plantas van a tener un desarrollo foliar limitante y por ende se afecta la productividad debido a la baja producción de follaje. El bajo contenido de nitrógeno limita en especial a las gramíneas, debido a que son muy extractivas de este elemento, además de esto la comunidad no fertiliza regularmente y el contenido de nitrógeno se va agotando; contribuyendo a la disminución de la fertilidad de los suelos.

En cuanto al fósforo aprovechable, es bajo en las parcelas analizadas, debido a que el rango óptimo debe estar entre 15%-40%, lo que hace que se limite el desarrollo de leguminosas ya que requieren de este elemento para su crecimiento. En las parcelas 1, 3 y 5 presentan CICE baja, debido a que presentan más bajos contenidos de bases cambiables (Ca, Mg y Na). Mientras que en las parcelas 2 y 4 presentan CICE media, debido a mayores contenidos de bases cambiables.

## **5. Conclusiones**

En la parte alta de Málaga se observó diferentes especies arbóreas forrajeras, las cuales juegan un papel importante en los sistemas de producción; por lo que se debe hacer una mayor promoción de su uso y generar alternativas agroforestales para los sistemas ganaderos debido a que la ganadería es una de las actividades económicas más importantes de la región. A la cual no se le está dando un adecuado manejo ya que no se hace un uso eficiente de la rotación de potreros, por tal motivo el ganado tiende a sobre pastorear reduciendo su oferta forrajera, además no se utilizan forrajes provenientes de especies arbóreas y existe un bajo conocimiento por parte de la comunidad acerca de los sistemas agroforestales.

En la zona de estudio se encontró alta diversidad de gramíneas y una baja diversidad de especies arbóreas y arbustivas debido a la fragmentación de los bosques para expandir la frontera agrícola y ganadera, igualmente se desconocen los múltiples beneficios que prestan los arboles a nivel ecológico y para la producción de forraje.

Según el estudio realizado la parte alta del municipio de Málaga muestra una alta intervención antrópica, alterando considerablemente sus características estructurales y dinámicas. El ecosistema presenta baja tendencia a la heterogeneidad debido a que *Escallonia pendula* fue la especie más dominante.

En cuanto a la composición florística para especies arbóreas y arbustivas se encontró un total de 9 especies de las cuales resultan 8 familias y 9 géneros, y para las gramíneas un total de 12 especies de las cuales resultan 2 familias y 8 géneros. Por lo que en la parte alta de Málaga existe mayor cantidad de especies gramíneas que de arbóreas.

Todas las especies arbóreas del estudio realizado tienen alto peso ecológico algunas muestran valores más altos como *Escallonia pendula* y *Fraxinus chinensis*, gracias a la gran cantidad de individuos que se encontraron, otras valores más bajos entre ellas *Ochroma pyramidale*, resaltando que el valor del peso ecológico es bajo es debido a que es una especie que se encuentra en muy pocos lugares, pero es muy apetecida por el ganado como alimento por lo cual es de gran importancia empezar a plantar más individuos en las fincas de la parte alta de Málaga.

Las especies arbóreas que presentaron mayor contenido de proteína fueron *Erythrina rubrinervia* (25.4%), *Alnus acuminata* (25.1%) y *Erythrina edulis* (24.3%), por otra parte, las gramíneas de mayor contenido de proteína son *Dactylis glomerata* (24.2%), *Poa pratensis*

(22.3%) y *Cenchrus clandestinus* (20.1%). En cuanto a las leguminosas *Trifolium pratense* y *Trifolium repens* presentan contenidos de proteína de 20.56% y 23.19%. No se encontró relación entre las especies arbóreas que presentaron mayores contenidos de proteína y las de mayor peso ecológico.

Las gramíneas *Pennisetum purpureum* y *Axonopus scoparius* deben usarse como gramíneas de corte debido a que son especies que normalmente no se deben usar en pastoreo como las demás gramíneas.

## 6. Recomendaciones

Es importante que se realicen más estudios encaminados al conocimiento de las especies forrajeras que hay en el municipio y de esta manera se fortalezcan las especies y se implementen otras que se adapten bien a las condiciones del lugar, generar conocimiento del uso de árboles y arbustos forrajeros, pues juegan un papel importante para el diseño de sistemas ganaderos más amigables con el medio ambiente y la mejora de la economía de los productores.

Es necesario que la comunidad realice la implementación de las especies arbóreas y gramíneas que fueron arrojadas a partir de la caracterización, en cada finca para que puedan ser usadas como alimento para el ganado, y así mejorar la oferta de biomasa durante el año y elevar los índices de producción de la ganadería.

Se deben plantar más individuos de *Acacia decurrens*, debido a que es una especie que se encontró en la parte alta de Málaga y su follaje es muy apetecido por el ganado, además por sus buenas condiciones de desarrollo observadas en el lugar. Asimismo, usar con más frecuencia

*Fraxinus chinensis* y *Escallonia pendula* como alimento para el ganado dado que son especies forrajeras muy apetecidas.

Es importante que los finqueros tengan diferentes fuentes de producción de forraje no solo de las gramíneas sino también de especies arbóreas y arbustivas a las que no se les ha puesto atención y solo se limitan a los forrajes tradicionales sin darse cuenta que su finca puede ser más productiva y su ganado mejor alimentado si dentro de las praderas se integran árboles que les generen forraje.

Se recomienda a los finqueros la implementación de cal ya que para el suelo es de gran utilidad debido a sus características fisicoquímicas que le permite desinfectar los terrenos y a la vez regular el PH teniendo en cuenta que para el lugar es ácido.

Para corregir la carencia de nitrógeno en el suelo se deben incluir fuentes orgánicas como fertilización ya que si un suelo no tiene materia orgánica es indicativo de que tampoco tiene nitrógeno.

En el caso del fósforo en el suelo él está presente, lo que pasa es que la reacción del suelo en estos momentos es ácida entonces el suelo se fija y se forman unas moléculas más grandes el cual no es asimilable, con un análisis de suelo no se determina debido a que el fósforo no está libre para que las plantas lo tomen por eso no se incluyen en el análisis de suelo, el que se encuentra es el fósforo que está libre y por eso es muy poco. La forma en la que hay mayor presencia es  $\text{HPO}_4$ , esta es una molécula muy grande que no sirve como nutrición para la planta hay que encalar para que esa molécula se rompa y se formen moléculas de carácter  $\text{H}_2\text{PO}_4$  que es cuando si está disponible para la planta.

### Bibliografía

- Alcaldía Municipal de Malaga. (2003). *Esquema de ordenamiento territorial Malaga Santander*. Malaga, Colombia: Alcaldía de Malaga.
- Alvarez, J. E. (2002). *Pastos y forrajes para el tropico Colombiano*. Manizales, Colombia: Universidad de caldas.
- Arboleda, D., Tombe, A., Morales, S., Velasco, Vivas, j., & Quila. (2013). Propuesta para el establecimiento de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero: en sistemas de producción ganadera del trópico alto colombiano. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1), p.154-163.
- Baldizan , A. (2003). *Producción de biomasa y nutrimentos de la vegetación del bosque seco tropical y su utilizacion por rumiantes a pastoreo en los Llanos Centrales de Venezuela (Tesis de Doctorado)*. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Bartolomaus, A, De la Rosa Coertes , A., Santos Gutierrez, J. O., Acero Duarte, L. E., & Moosbrugger, W. (1990). *El manto de la tierra. Flora de los Andes*. Bogota, Colombia: CAR: GTZ :KFW.
- Bourgeron, P. (1983). *Tropical aspects of vegetation In: Golly. F.B Rain Forest Ecosystem, Structure and fuction*. Amsterdam, Paises Bajos: Elsevier.
- Chamorro , D. R., & Rey, A. M. (2016). *Incorporacion y utilizacion de arboles y arbustos en sistemas de produccion ganderá*. Bogota, Colombia: E.D.S: Corpoica.
- Cordero, L. H. (2000). *Modulo de dendrologia*. Málaga, Colombia: Universidad Industrial de Santander.

- Duran, L. F. (2013). *Gramineas forrajeras para ganado*. Culiacan, Mexico: Grupo latino editores.
- Escobar, I. (1999). Conceptos de agroforesteria y principales sistemas silvopastoriles para la produccion bovina. *Conferencia en el primer curso Internacional de produccion bovina bajo sistemas sostenibles*. Bogota, Colombia: UDCA.
- Garcia , D. E. (2003). *Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de Morus alba (Tesis de Maestría)*. Estacion experimental de Pastos y Forrajes (Indio Hatuey). Perico, Cuba.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (13 de Octubre de 2016). Datos climaticos. Bogotá, Colombia: IDEAM. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima>
- Instituto Geografico Agustin Codazzi (08 de Noviembre de 2016). IGAC. Datos de suelos. Bogota, Colombia. IGAC. Recuperado de Instituto Geografico Agustin Codazzi: [http://geoportal.igac.gov.co:8888/siga\\_sig/Agrologia.seam](http://geoportal.igac.gov.co:8888/siga_sig/Agrologia.seam)
- Instituto Humboldt, Ministerio Medio Ambiente. (1998). Bogotá, Colombia.: DNP :PNUMA.
- Jarro, F. (2005). *Guia Técnica para la restauracion ecologica de áreas afectadas por la expansion agropecuaria, en el distrito capital, subdirección científica, Grupo ecologia de la restauracion*. Bogota, Colombia: Secretaria de Medio Ambiente: Alcaldia Mayor de Bogota.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los tropicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. . República Federal de Alemania: GTZ.

- Muergueitio, E. (1999). *Reconversion ambiental y social de la ganaderia bovina en colombia*. Cali, Colombia: FAO:CIPAV.
- Murgueitio, E. (2005). *Silvopastoral systems in the Neotropics. International Silvopastoral and Sustainable Land Management*. Lugo, España: CAB.
- Organizacion para la Educacion y Proteccion Ambiental (20 de Febrero de 2017).OPEPA. Recuperado de Organizacion para la Educacion y Proteccion Ambiental.: [http://www.opepa.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=264&Itemid=30](http://www.opepa.org/index.php?option=com_content&task=view&id=264&Itemid=30)
- Ospina, A. (2003). *Agroforesteria, aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal* (1 ed.). Cali, Colombia: ACASOC.
- Pascal, L., & Estrada, F. (2016). *Analisis de alimentos y forrajes protocolo de laboratorios*. Palmira, Colombia: Laboratorio Universidad Nacional .
- Peters, M., Franco, L, Schmidt, A., & Hincapié, B. (2010). *Especies forrajeras multipropósito, opciones para productores del trópico Americano*. Cali, Colombia: CIAT.
- Pinelo, G. (2004). *Manual de inventario forestal integrado para unidades de manejo en reserva de la Biosfera Maya*. Petén, Guatemala: WWF:PROARCA.
- Polania, L., & Rendon, E. (2008). *Linea base de especies arboreas y arbustivas con aptitud forrajera en sistemas de produccion ganadera, en el Peniplano de Popayan, Cauca,*. Popayan, Colombia: Universidad del Cauca.
- Quantum, G. (2009). *Development Team. Quatum GIS Geographic Information System*.
- Robledo, J. E. (2010). *La verdad sobre el agroingreso seguro*. Bogota, Colombia: Oficina de Prensa Senador Jorge Enrique Robledo.

- Russo, R. (1990). Evaluating *Alnus acuminata* as a component in agroforestry systems. *Agroforestry systems*, 10(3), p. 241-252.
- Serra, E., & Toledo, J. (1990). *The search for sustainability in Amazonian pastures*. New York, Estados Unidos: Anderson A.B.
- Suttie, J. M. (2000). Hay and straw conservation for small-scale farming and pastoral conditions. *FAO Plant Production and Protection*(29), p. 23-50.
- Toral, Oldays, Reino, J, M, & J. (2006). Comportamiento del germoplasma arboreo forrajero en condiciones de Cuba. *Pastos y Forrajes*, 29(4), p. 29-337.
- Villareal, H. M., Alvarez, S., Cordoba, F., Escobar , G., Fagua, F., Gast, H., . . . Umaña, A. M. (2004). *Manual de metodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogota, Colombia: IVH

Apéndices



Apéndice A. Carretón rosado (*Trifolium pratense*)



Apéndice B. Carretón blanco (*Trifolium repens*)



Apéndice C. Falsa poa (*Holcus lanatus*)



Apéndice D. Pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*)



Apéndice E. Raigrass (*Lolium perenne*)



Apéndice F. Pasto poa (*Poa pratensis*)



Apéndice G. Pasto cuba (*Pennisetum sp*)



Apéndice H. Pasto elefante (*Pennisetum purpureum*)



Apendice I. Pasto azul (*Dactylis glomerata*)



Apéndice J. Pasto braquiaria (*Brachiaria decumbens*)



Apéndice K. Pasto imperial (*Axonopus scoparius*)



Apéndice L. Sauce (*Salix humboldtiana*)



Apendice M. Garrocho (*Viburnum triphyllum*)



Apéndice N. Aliso (*Alnus acuminata*)



Apéndice O. Mortiño (*Hesperomeles goudotina*)



Apendice P. Urapan (*Fraxinus chinensis*)



Apéndice Q. Acacia (*Acacia decurrens*)



Apendice R. Falso balso (*Ocrhoma pyramidale*)



Apendice S. Chilca (*Baccharis latifolia*)



Apendice T. Guamo (*Inga sp*)



Apendice U. Loqueto (*Escallonia pendula*)



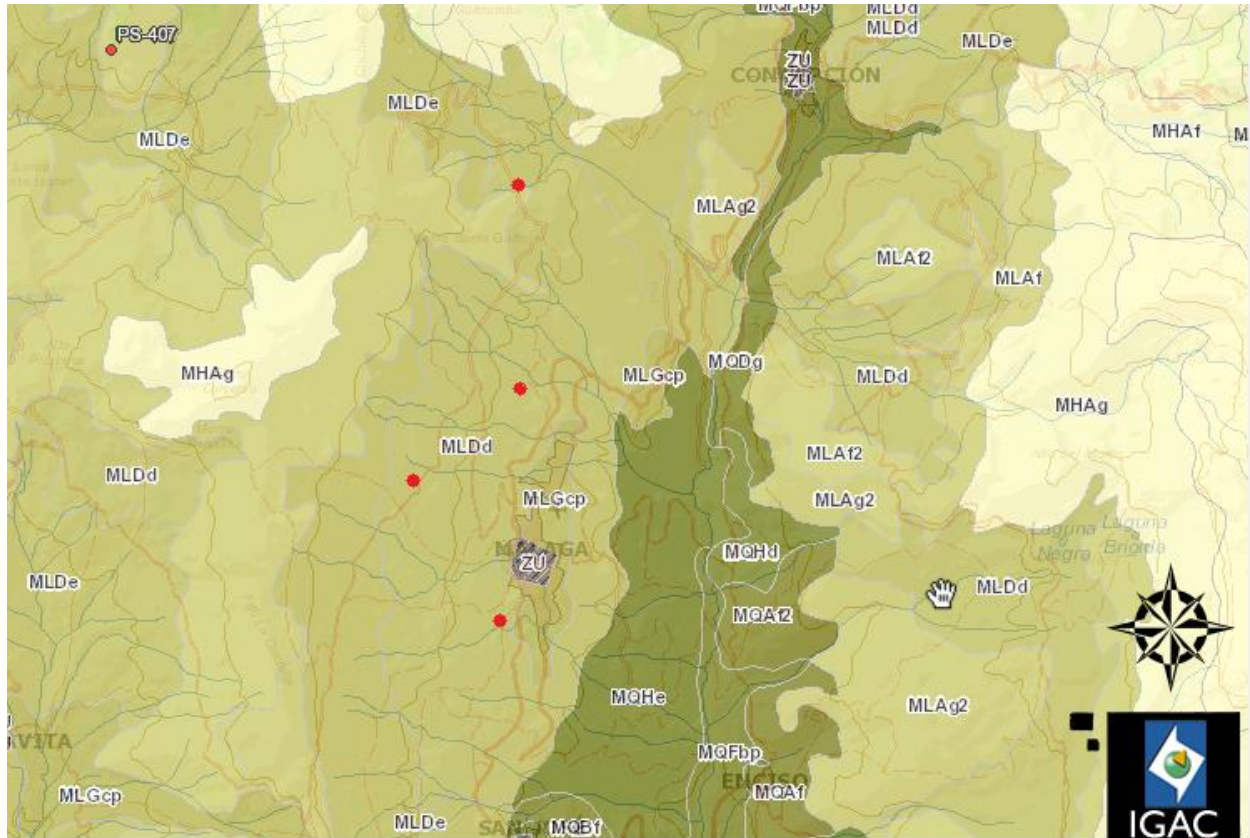
Apéndice V. Chachafruto (*Erythrina edulis*)



Apéndice W. Chocho (*Erythrina rubrinervia*)

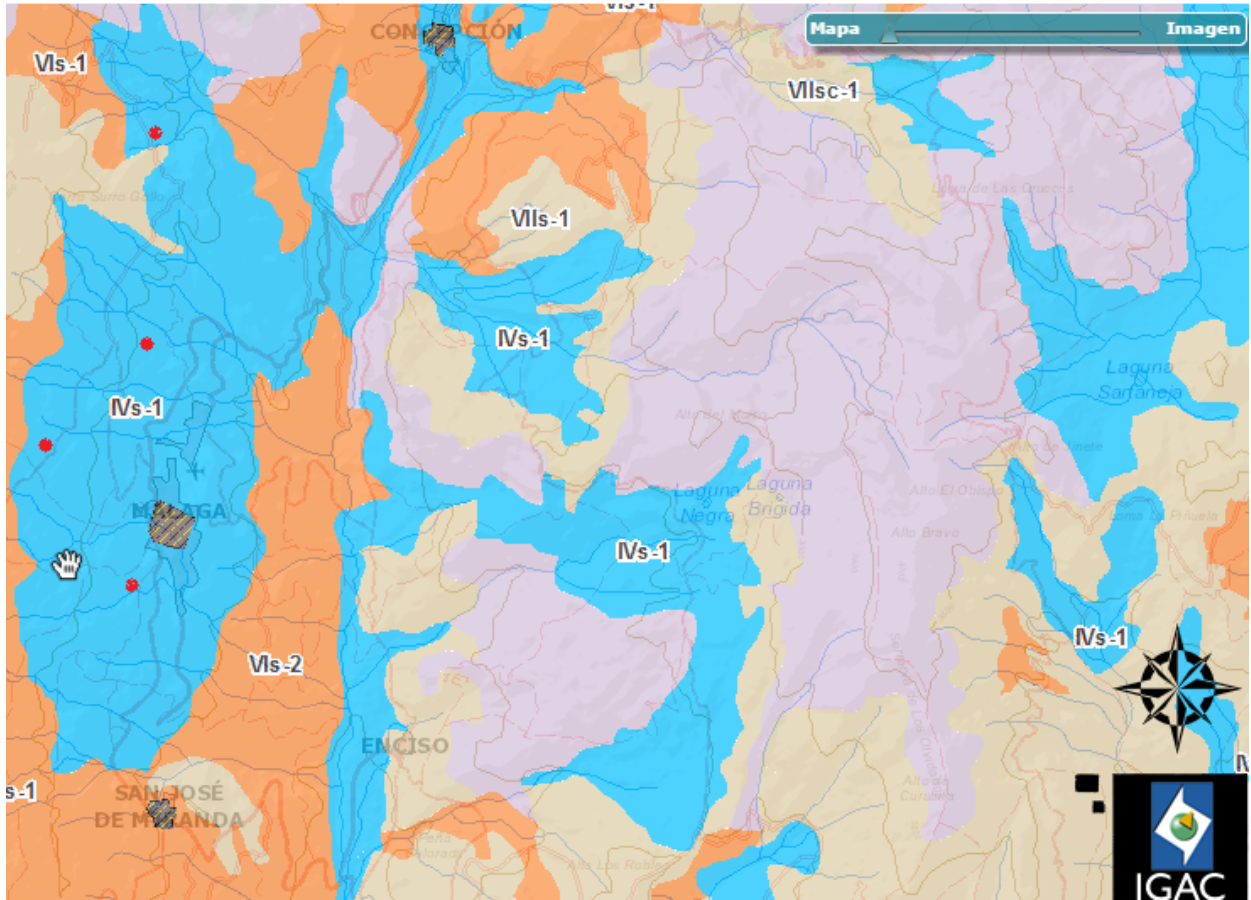
**Anexos**

Anexo A. Tipos de suelos presentes en la parte alta de Málaga.



Fuente: (IGAC, 2016)

Anexo B. Clases agrológicas y uso del suelo de la parte alta de Málaga.



Fuente: (IGAC, 2016)