

## CAPITULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

El constante deterioro de los recursos naturales de flora y fauna, debido a la deforestación, sobrepastoreo y degradación de los bosques en muchas zonas del mundo afectan negativamente a la disponibilidad de bienes y servicios dentro de los ecosistemas naturales, en los cuales pueblan un sin número de especies tanto arbóreas, arbustivas y herbáceas donde el conocimiento de estos estratos se convierten en indicadores para desarrollar un manejo racional de los recursos en la cual algunas de las especies integrantes de éstas ofrecen su follaje y/o frutos como forraje para la ganadería en una determinada época del año, de ahí que se hace necesario conocer el valor de la vegetación.

Actualmente los sistemas de producción agropecuarios han retomado como objetivo, alcanzar una comunidad estable, con varios estratos de plantas productoras de follaje y/o frutos con valor nutritivo complementario a los monocultivos, que son básicamente gramíneas con sistema radicular poco profundo y por lo tanto una limitada producción de forraje. Estos estratos pueden ser arbóreos que proporcionan sombra, se utilizan como cercos vivos para mejorar la calidad nutritiva de los pastos naturales e inducidos, además poseen un sistema radicular profundo y desarrollado, característica que les permite producir forraje en periodos secos y mejorar las condiciones edáficas y la calidad nutritiva de las gramíneas.

En Bolivia, como muchos países en desarrollo y muchas regiones pobres del mundo, la ganadería tiene un rol muy importante como generador de ingresos para pequeños productores, similarmente en el área de este estudio la ganadería es una de las fuentes más importantes de ingresos económicos para la población.

En el sur del departamento de Tarija en los bosques de la cordillera oriental y parte del subandino existe un periodo de ausencia de lluvias que varía de cuatro a siete meses, incidiendo en la cantidad y calidad de forrajes, afectando la productividad y rentabilidad de la ganadería y el deterioro de los recursos naturales. En este sentido,

un gran número de leñosas forrajeras muestran potencialidades para ser utilizadas como estrategias de alimentación bovina para mitigar efectos de cambio climático y deficiencias nutricionales en época seca.

Esto generó el motivo por el cual se hace necesario además de conocer la disponibilidad de capital forestal maderero, sino también cual es el potencial forrajero en las áreas críticas con ausencia de lluvias dentro de esta formación puesto que en épocas de estiaje hay escasos de forraje, de esta manera surge la necesidad de definir la contribución forrajera de las leñosas para clasificar y jerarquizar las mismas con el fin de determinar su aptitud forrajera y de esa manera contribuir al conocimiento tanto a técnicos como productores sobre el grado de utilización que se pueden hacer con cada una de estas especies y lograr hacer un mejor manejo de las mismas.

En la comunidad de Santa Clara existe amplia diversidad de especies arbóreas y arbustivas que presentan una fenología muy variada que son aprovechadas por el ganado bovino como forraje de verano e invierno, donde las condiciones son críticas por la falta de agua y por tanto de forraje. Como el caso de la especie *Acacia aroma* Gill ex H.et A. es consumida por el ganado vacuno no sólo el follaje sino también sus frutos de esta manera contribuyen en la alimentación del ganado en la región.

Por lo expuesto surge la necesidad de llevar adelante el presente estudio y poder lograr los objetivos deseados de este trabajo que es conocer la composición química de las hojas y frutos de la especie *Acacia aroma* Gill ex H.et A. que es consumida por el ganado en la época de estiaje y además la cobertura, densidad, fenología y preferencia dietaria como alternativa forrajera para la ganadería en la comunidad de Santa Clara.

### **Hipótesis:**

“La especie de *Acacia aroma* Gill ex H.et A. se constituye en una alternativa forrajera para el consumo del ganado de la zona, en los periodos críticos (junio a noviembre), constituyéndose en una fuente alimenticia importante en la región para la cría del ganado bovino criollo”.

## **1.1. JUSTIFICACIÓN**

Las especies forrajeras nativas tienen un papel preponderante en la alimentación animal, debido a su naturaleza multipropósito y amplio margen de adaptación a climas y suelos.

En la zona de estudio la crianza de ganado vacuno es una de las actividades económicas de importancia a la que se dedican las familias, la mayor parte del ganado vacuno es llevado de mayo a noviembre a los bosques del Subandino (Tariquia, Emborozú, Conchas y otras comunidades) donde hay una mayor oferta de forraje en esta época (trashumancia).

Por lo tanto se requiere realizar estudios fenológicos de la especie *Acacia aroma* Gill ex H.et A. así como, abundancia, biología reproductiva, densidad, cobertura, frecuencia y comportamiento productivo dentro del área de estudio, además de los análisis de la composición química.

De esa manera la importancia del presente trabajo es conocer las características de la especie forrajera *Acacia aroma* Gill ex H.et A. (nutricionales, físicas y fenológicas) debido a los efectos del cambio climático frente a la disponibilidad de alimento para el ganado bovino criollo, producidos en la zona en épocas de estiaje. Así mismo este trabajo va orientado a poder buscar otros medios de hacer ganadería en la zona de manera sostenible y también servirá como punto de partida para los emprendimientos silvopastoriles.

## **1.2.OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la aptitud forrajera de la especie *Acacia aroma* Gill ex H.et A. en función de sus parámetros de calidad nutricional, cobertura, densidad, fenología y preferencia dietaría como alternativa forrajera para la ganadería en la comunidad de Santa Clara.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la abundancia, frecuencia, cobertura de la especie de *Acacia aroma* Gill ex H.et A. aplicando la técnica de muestreo.
- Caracterizar algunos elementos morfológicos comunes para la especie *Acacia aroma* Gill ex H.et A. a través de las diferentes variables dasométricas.
- Determinar la producción de la biomasa forrajera total del área en sus diferentes estados de desarrollo mediante el método alométrico o regresional.
- Realizar el análisis de la calidad del fruto y follaje a través de su composición bromatológica.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO.

#### 2.1. Características botánicas de la *Acacia aroma* Gill ex H.et A.

##### 2.1.1. Distribución

En Bolivia se distribuye en el departamento Cochabamba, Mizque, Canton Molinero, Rakaya Pampa; La Paz, 2 km al sud este de Mecapaca; En Santa Cruz provincia A. Ibáñez, río Chore-Chore, 7 km al sud este de El Palmar del Oratorio; Tarija, provincia Arce, 85 km hacia Bermejo, antes de La Mamora. (Killeen *et al* 1993). Además se distribuye en Argentina, y Paraguay. Por la fitogeografía chaqueña y el parque mesopotámico.

##### 2.1.2. Descripción

Arbusto o árbol pequeño espinoso, con corteza lisa y negruzca; vainas negras, coriáceas y moniliformes; Florece de septiembre o noviembre y sus frutos maduran de marzo o junio; especie común en bosque montano semidiciduo y sabana arbolada, especialmente a orillas de los ríos (250-3000 m). (Killeen *et al* 1993).

##### 2.1.3. Taxonomía: Pertenece:

Reino: Vegetal.

Phylum: Telemophytae.

División: Tracheophytae.

Subdivisión: Anthophyta.

Clase: Angiospermae.

Subclase: Dicotyledoneae

Grado Evolutivo: Archichlamydeae

Grupo de Órdenes: Corolinos

Orden: Rosales

Familia: Leguminosae

Subflia.: Mimosoideae

Nombre científico: *Acacia aroma* Gill ex H.et A.

Nombre común: Tusca

Fuente: Herbario Universitario, 2016.

#### **2.1.4. Ecología**

Especie heliófila, pionera e invasora. Es dispersada por la fauna silvestre y ganado. Resiste muy bien al ramoneo; los frutos y hojas son buen forraje para hacienda y sobrevive a las quemas en el bosque chaqueño. Tolera suelos pesados y coloniza campos pisoteados y sobrepastoreados (Wikipedia, s.f.).

#### **2.2. Aptitud ganadera de la cordillera oriental**

La crianza de especies animales en la Sección, tiene una trayectoria que data de mucho tiempo cuando se introdujeron a estas zonas especies como el ganado vacuno, el ovino y el caprino que se fueron adaptando a las condiciones climáticas del lugar, a la disponibilidad de forrajes y agua, así mismo al ataque de parásitos y enfermedades. Sin duda este proceso de adaptación fue largo, a través del cual se fueron dando cambios y mutaciones en estas especies llegando a constituirse a través del tiempo en la raza criolla que hoy habita la región. Al ser la explotación pecuaria una actividad secundaria, generalmente sólo se tiene ganado de raza criolla, sin embargo en la especie de los vacunos se ha introducido ganado mejorado con la raza holando-uruguayo. (PDM ,2011).

El ganado en la cordillera oriental se presenta en las pendientes de las serranías que circundan los valles templados de Rosillas, Cañas, Chaguaya, Huacanqui, La Mamora. Los caprinos, ovinos y algunos vacunos ramonean y pastorean en matorrales y pastizales, además aprovechan los rastrojos de los cultivos (chala) y las hierbas que crecen en terrenos en descanso de las áreas agrícolas y lechos de río es de uso común para el pastoreo de vacunos, caprinos, ovinos, equinos y porcinos, en las vegas y pequeñas terrazas donde se desarrolla algo de suelo y de vegetación con especies

forrajeras. De esta zona los vacunos son llevados de mayo a noviembre a los bosques del Subandino (Tariquia, Emborozú, Conchas y otras comunidades) donde hay una mayor oferta de forraje en esta época (trashumancia). (Estudio Integral TESA Fomento A La Produccion Pecuaria 1<sup>ra</sup> Sección Provincia Arce, 2012).

### **2.3. Uso Actual de la Tierra Rural en la provincia Arce**

#### **2.3.1 Uso actual en la Cordillera Oriental.**

El uso más importante en términos del área empleada en las montañas, serranías y mesetas de la Cordillera Oriental, que comprende la zona occidental del municipio, es la ganadería extensiva y tradicional, mientras que la actividad agrícola, por las fuertes restricciones climáticas y edáficas existentes, se limita a los pisos altitudinales más bajos y a pequeños nichos ecológicos, el uso agrosilvopastoril se presenta en matorrales. El uso agrícola es a secano y de subsistencia, sobre todo se cultiva maíz, trigo, papa y arveja. Las pequeñas parcelas de cultivos son dispersas. De los matorrales también se extrae leña y algunos productos maderables de uso doméstico (PDM, 2011).

El uso agropecuario extensivo se localiza en valles, mesetas y llanuras con una distribución dispersa. La agricultura es a secano, con cultivos de maíz, trigo, cebada, papa, oca y otros, básicamente para el autoconsumo. La ganadería es mixta, compuesta por ovinos, caprinos y vacunos que pastorean en pastizales y arbustales próximos a la zona agrícola. En invierno el pastoreo se extiende en toda la zona, incluyendo las áreas agrícolas para consumir el rastrojo. (Estudio Integral TESA Fomento A La Produccion Pecuaria 1<sup>ra</sup> Sección Provincia Arce, 2012).

En los Valles de El Zaire, Chalarmarca y Orozas con llanuras fluvio-lacustres muy afectadas por procesos de erosión hídrica, existe ganadería con pastoreo y ramoneo extensivo en los pocos pastizales y matorrales secundarios por caprinos, ovinos y algunos vacunos; en los interfluvios se cultiva maíz y trigo para el autoconsumo. En algunos sectores de los Valles mesotérmicos como Rosillas, y Abra de Rosillas, existe un uso agropecuario intensivo caracterizado por cultivos anuales a riego, pastos y algunos frutales con ganadería intensiva de leche cuyos productos se comercializan

principalmente en la ciudad de Tarija. El ganado se alimenta principalmente de forrajes introducidos y cultivados como maíz forrajero y cebada forrajera, la alfalfa y los barbechos y la ganadería extensiva de caprinos, ovinos y vacunos durante el periodo de lluvias se mantiene sobre la base del ramoneo del bosque natural y matorrales, pastoreo del estrato herbáceo y pequeños pastizales y en el periodo seco se combina con el pastoreo de campos en descanso y rastrojos de cosecha que son fuentes de forraje de gran importancia (PDM, 2011).

### **2.3.2 Uso de la tierra en el Subandino**

La ganadería es la principal actividad de tipo extensivo, la agricultura muy relacionada a la ganadería, tiene como principal limitante la topografía de serranías con pendientes fuertes, la cual deja pocas extensiones de terrenos planos en las márgenes de los ríos principales, esto ocasiona que la frontera agrícola avance hacia terrenos con pendiente más o menos pronunciada (Arnold *et al*, 2004).

La segunda actividad en términos de superficie dispersa, de acuerdo a su importancia, es el aprovechamiento de productos maderables. En esta actividad existen dos actores principales: las empresas forestales o aserraderos y los denominados motosierristas. La selección de las especies y la definición del tipo de productos que utilizan los aserraderos están en función del mercado; las especies de mayor preferencia son el Cedro, Nogal, Quina Colorada, Roble y Tipa Blanca. Actualmente, las operaciones de aprovechamiento forestal (corta, extracción, rodeo y transporte, apertura de caminos y otras) paulatinamente se van ajustando a lo establecido en la Ley Forestal 1700 de 1996, es decir, a los respectivos planes de manejo, planes de ordenamiento predial y otros instrumentos de trabajo. El segundo grupo de actores, los motosierristas, generalmente son pobladores locales que realizan un aprovechamiento selectivo, dirigido a las especies valiosas como Cedro, Nogal y Quina Colorada. El aserrado se ejecuta en el mismo sitio de apeo. Generalmente se emplea motosierra. La madera se transporta usualmente empleando animales (asnos) y se vende a intermediarios y aserraderos (PDM, 2011).

### **2.4. Flora de la primera sección (provincia Arce).**

La Primera Sección de la Provincia Arce, se caracteriza por estar ubicada entre dos provincias fisiográficas: la cordillera oriental que está cubierta por 5 tipos de vegetación: pastizales, arbustales altoandinos, pajonales-arbustales y matorrales-pastizales, bosques montanos nublados, matorrales xerofíticos de los valles interandinos y matorrales y bosques del chaco serrano; y el subandino, caracterizado por vegetación comprendida entre bosques, matorrales y pastizales que cubren una secuencia de serranías y colinas subparalelas y alongadas en dirección norte-sur (Arnold *et al*, 2004).

**Cuadro N° 1 Principales Especies no maderables del municipio de Padcaya**

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR
MIMOSACEAE	<i>Acacia aroma Gillies ex Hook. &amp; Arn.</i>	tusca
MIMOSACEAE	<i>Acacia caven (Mol.) Hook. &amp; Arn.</i>	churqui negro
MIMOSACEAE	<i>Acacia praecox Griseb.</i>	garabato
MIMOSACEAE	<i>Acacia sp.</i>	satajchi
MIMOSACEAE	<i>Acacia sp.4</i>	garrancho
MIMOSACEAE	<i>Acacia visco Lorentz ex Griseb.</i>	jarca
EUPHORBIACEAE	<i>Acalypha sp.</i>	casarilla
ASTERACEAE	<i>Acanthospermum hispidum De Candolle</i>	foro toro
MALVACEAE	<i>Acaulimalva dryadipoloa (Solms) Krap</i>	alteia blanca
ACHATOCARPACEAE	<i>Achatocarpus praecox Griseb.</i>	palo mataco
ASTERACEAE	<i>Achyrocline ramosissima (Sch. Bip.) Britt.</i>	pulmonaria
ADIANTACEAE	<i>Adiantum pectinatum Etingsh.</i>	helecho, cedacillo

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR
ADIANTACEAE	<i>Adiantum sp.</i>	culantrillo
POACEAE	<i>Aegopogon sp.</i>	bramilla de campo
ADIANTACEAE	<i>Adiantum pectinatum Ettiingsh.</i>	helecho, cedacillo
ADIANTACEAE	<i>Adiantum sp.</i>	acherilla, culantrillo
ROSACEAE	<i>Alchemilla pinnata Ruiz &amp; Pavón</i>	hierba arrocillo
NYCTAGINACEAE	<i>Allionia incarnata L.</i>	flor rosada violeta
SAPINDACEAE	<i>Allophylus edulis Radlkofer</i>	chalchal
VERBENACEAE	<i>Aloysia cf. fiebrigii(V.Hayek)Moldenke</i>	cedrón
VERBENACEAE	<i>Aloysia gratissima (Gillies &amp; Hook. &amp; Arn.).</i>	cedrón de monte
VERBENACEAE	<i>Aloysia sp.1</i>	salvia
VERBENACEAE	<i>Aloysia sp.2</i>	tisma
AMARANTHACEAE	<i>Althernantera mexicana Hieron.</i>	moco moco
SCHIZAEACEAE	<i>Anemia herzogii Rosenstock</i>	helecho con flor
ACANTHACEAE	<i>Anisacanthus cf. caducifolius(Griseb.)</i>	canutillo
MALVACEAE	<i>Anoda cristata (L.) Schlechldl.</i>	queso queso-quesillo
POACEAE	<i>Aristida adscencionis L.</i>	cola de zorro
POACEAE	<i>Aristida mandoniana Henr.</i>	pasto
POACEAE	<i>Arundo donax L.</i>	caña hueca
FABACEAE	<i>Astragalus diminutivus Johnston.</i>	garbancillo

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR
CAPPARACEAE	<i>Atamisquea emarginata Miers</i>	atamisqui
SAPINDACEAE	<i>Athyana wienmannifolia(Grisebach)</i>	sotillo ,garbancillo
ASTERACEAE	<i>Baccharis boliviensis (Weddell)Cabrera</i>	tholilla, leña chiswa
ASTERACEAE	<i>Baccharis coridifolia De Candolle</i>	romerillo
ASTERACEAE	<i>Baccharis dracunculifolia De Candolle</i>	thola
ASTERACEAE	<i>Baccharis salicifolia (Ruiz &amp; Pavón)Persoon</i>	chilca verdadera
ASTERACEAE	<i>Baccharis trimera(Less.)De Candolle</i>	carqueja
ASTERACEAE	<i>Barnadesia odorata Griseb.</i>	clavelillo chico
ASTERACEAE	<i>Barnadesia sp.</i>	estrella
BEGONIACEAE	<i>Begonia sp.</i>	alantuya
BERBERIDACEAE	<i>Berberis sp.1</i>	juvilla
BERBERIDACEAE	<i>Berberis sp.2</i>	dominguillo
ASTERACEAE	<i>Bidens andicola H.B.K.</i>	suncho, saitilla
ASTERACEAE	<i>Bidens sp.1</i>	saitilla
SOLANACEAE	<i>Brunfelsia cf. uniflora(Pohl.)D.Don</i>	clavelito tóxico
LOGANIACEAE	<i>Buddleja sp.</i>	san juan
SAPOTACEAE	<i>Bumelia obtusifolia Roemer &amp; Schultes</i>	chirimolle
CAESALPINIACEAE	<i>Caesalpinia floribunda Tul.</i>	negrillo

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR
CAESALPINIACEAE	<i>Caesalpinia paraguariensis</i> Burkart	algarrobilla
CAESALPINIACEAE	<i>Caesalpinia</i> sp.	garbancillo
SOLANACEAE	<i>Capsicum</i> sp.	aji
CAESALPINIACEAE	<i>Cassia carnaval</i> Spegazzini	carnaval
CAESALPINIACEAE	<i>Cassia bicapsularis</i> L.	hierba de burro
CAESALPINIACEAE	<i>Cassia corymbosa</i> Lam.	carnavalillo
POACEAE	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	cadillo
CACTACEAE	<i>Cereus peruvianus</i> (L.)Miller.	cardón
CACTACEAE	<i>Cereus</i> sp.	ulala, ucle
SOLANACEAE	<i>Cestrum albotomentosum</i> Dammer ex <i>Francey</i>	hediondilla
CAESALPINIACEAE	<i>Chamaecrista nictitans</i> (L.) Moen	celosa
AMARANTHACEAE	<i>Chamissoa altissima</i> (Jacq.)H.B.K	lengua de vaca
BOMBACACEAE	<i>Chorisia</i> sp.1	toboroche blanco
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum</i> <i>gonocarpum</i> (Martius&Eichler)Engler	laurel
POACEAE	<i>Chusquea</i> sp.	cañuela
RUTACEAE	<i>Citrus</i> sp.	naranja agrio
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba tiliacea</i> Lindau	mandor

Fuente: PDM- Municipio de Padcaya

## 2.5. Familias y especies arbóreas de uso forrajero en el departamento de Tarija.

En el valle central de Tarija y en otras áreas del departamento se encuentra una gran diversidad de géneros de diversas familias (Cuadro 1.2) que proveen frutos, hojas y rebrotes que forman parte de la dieta de los animales (Plaza, 1988).

**Cuadro N° 2**

Familia/nombre vulgar	Nombre científico
ANACARDIACEAE  Mara negra  Soto  Luyu luyu  Chirimolle macho  Molle	Loxopterigium griseb. Hier. & H. L.  Schinopsis hankeana Engl.  Schimus fasciculatus Johnston.  Schinus logifolius (Lindl.) Speg.  Schinus molle L.
APOCINACEAE  Cacha kha  Ancoche	Aspidosperma quebracho-blanco Schlect.  Vallesia glabra (Cav.) Link
BOMBACACEAE  Toborocho blanco  Toborocho rosado	Chorizia espciosa A. St. Hil.  Chorizia insigne H. B. K.
CAPPARIDACEAE  Coca de cabra  Coca de cabra	Capparis tweddiana Eichl.  Capparis salicifolia Griseb.
NICTAGINACEAE  Huancar	Bougainbillea stipitata Griseb.
POLYGONACEA	

Familia/nombre vulgar	Nombre científico
Choraque	Ruprechtia triflora griseb.
BETULACEAE Aliso	Alnus jourullensis H.B.K

## 2.6. Los pastizales naturales

### 2.6.1 Tipos de plantas forrajeras

En el chaco los pastizales naturales presentan 5 tipos de plantas con potencial forrajero según Renolfi (1990), citado por Cossio (2003). Se agrupan en:

- **Gramíneas:** Son aquellas que pertenecen a la familia taxonómica gramíneas; se caracteriza por poseer hojas finas y alargadas. Los géneros característicos son: Clhoris, Digitaria, Setaria, Gouinia, Trichloris.
- **Graminoides:** Son las especies que pertenecen a las familias taxonómicas Ciperáceas y juncáceas, las que vegetativamente se asemejan a las gramíneas (cebollines y juncos son típicos de los esteros o áreas de inundación).
- **Hierbas o latifoliadas:** Se involucra a cualquier planta herbácea que no sea miembro de las familias taxonómicas anteriormente mencionadas (Gramíneas, Ciperaceae, juncáceae ni las leguminosas). Los géneros característicos del ambiente chaqueño son Lantana, Wissadula, Justicia, Ruellia, Sida.
- **Leguminosas:** Cualquier planta herbácea que sea miembro de la familia leguminosa, los géneros más comunes son Galactia, Rhynchosia, Cassia, Indigofera, Desmodium, Desmantnthus.
- **Árboles y arbustos ramoneables:** Incluye a todos los árboles y arbustos que aportan brotes, hojas, flores, y frutos que son comestibles y alcanzados por el ganado. Se incluyen en este grupo a las lianas y epifitas.

### 2.6.2. Tipos de pastizales naturales.

Las pasturas o los pastizales de las regiones del chaco ofrecen diferentes componentes de su Fitomasa, los cuales según Bordón (1988) se clasifican en:

- **Follaje:** Forraje compuesto principalmente por hojas vivas, casi siempre verdes (o si están secas se encuentran unidas a la planta) por ejemplo garabatos (*Acacia praecox*), algarrobos (*Prosopis nigra*, *Prosopis alba*).
- **Hojarascas:** Forraje compuesto por material muerto desprendido de la planta, donde se incluyen hojas de buen tamaño y otro material de origen vegetal. Es el material muerto en el suelo que todavía no ha sufrido una descomposición y de el que se puede identificar la forma de éstos.
- **Ramones:** Forraje unido a las leñosas; puede contener hojas vivas o muertas compuestas por ellas y parte de su sostén. En este sector no se incluyen las hojas ni sostenes de las gramíneas y otras herbáceas.
- **Frutos:** Forraje compuesto principalmente por las envolturas y semillas que ellas contienen, y se comen desde la planta o desde el suelo (chauchas de los algarrobos, de la tusca, del guayacan) no se considera como frutos a los de las gramíneas como de las herbáceas.
- **Flores:** Forraje compuesto por las flores, sus envolturas y eventualmente frutos con algún grado de madurez (racimos de chaguares *Bromelia* sp.)
- **Planta entera:** Forraje compuesto por la mayor cantidad de material que el animal pueda abarcar, incluye hojas y diversos órganos de fructificación e incorpora fundamentalmente gramíneas y herbáceas (cola de zorro, pasto crespo, etc.).

## 2.7. Clasificación de los sistemas agroforestales según sus funciones

(Según Gerardo Budowski, 1981):

### Sistemas silvoagrícolas:

#### a) Producción

- Agrosilvicultura (Taungya).

- Árboles de valor con cultivos.
- Árboles frutales con cultivos.
- Piscicultura en los manglares.

**b) Protección y servicios**

- Cercas vivas.
- Corta vientos.
- Árboles para sombra de cultivos.
- Árboles para conservación de suelos, clima o agua.
- Árboles para estanques piscícolas.

**Sistemas silvopastoriles:**

**a) Producción**

- Pastoreo en bosque natural.
- Pastoreo en poblaciones forestales jóvenes.
- Árboles de valor en pastizales.
- Árboles frutales en los pastizales.
- Árboles forrajeros.

**b) Protección y servicios**

- Cercas vivas.
- Corta vientos.
- Árboles de sombra en los pastizales.
- Árboles para la conservación de suelo, clima o agua.

### **2.7.1. Los Sistemas silvopastoriles**

El silvopastoreo es un tipo de agroforestería implica la presencia de animales directamente pastando entre o bajo árboles. Los árboles pueden ser de vegetación natural o plantada con fines maderables (pinos), para productos industriales (caucho, palma de aceite), como frutales (mangos, cítricos) o árboles multipropósito en apoyo específico para la producción animal.

Por tanto, existen varios tipos de sistemas silvopastoriles y agroforestales con componente pecuario (Sánchez, 1998).

- Pastoreo en bosques naturales
- Pastoreo en plantaciones forestales para madera
- Pastoreo en huertos
- Pastoreo en plantaciones de árboles con fines industriales
- Praderas con árboles o arbustos forrajeros en las praderas.
- Sistemas integrados mixtos con árboles forrajeros o multipropósito para corte.
- Sistemas agroforestales especializados para la producción animal intensiva.

### **1.7.2. Condiciones que deben reunir las especies para formar parte de un programa silvopastoril:**

El nivel de competencia entre los árboles y la vegetación forrajera debe ser bajo. Esto se logra utilizando especies de pastos que tengan buena tolerancia a la sombra. (Apuntes de clase de la materia de agroforestería, 2013).

#### **Ejemplo:**

E.Globulus con pennisetium -G. Vacuno

Quiñual (Polylepis incana con Stipa ichu-G. Vacuno)

También se puede tener bosquetes (masas grandes) de especies nativas con sotobosque como forraje, para lo cual, el estrato de vegetación arbórea no debe ser muy denso a

efecto de favorecer el desarrollo de un sotobosque, rico en especies arbustivas y herbáceas silvestres muchas de las cuales son de buena palatabilidad para el ganado.

También tenemos experiencias vividas en el exterior (en el Ecuador) en donde se implantó laurel a distancias de 5\*5m.=400 plantas /ha. *Cordia allodora* y gramíneas forrajeras habiéndose practicado un primer raleo a los 2 años, dejando en pie 200 ejemplares y para volver pasando los 4 años a ralear y sólo quedaron 100 árboles hasta cumplir su turno y ser procesado como madera aserrada ( Apuntes de clase de la materia de agroforestería, 2013).

## **2.8. Evaluación de la producción de biomasa**

### **2.8.1 Métodos de evaluación directos o destructivos**

Según Ramírez (1989), consiste en realizar cortes directos en el área indicada, y luego pesar en húmedo y se obtiene el peso de materia verde, después se someterá a una estufa a 60°-105°C, para determinar la materia seca, la misma operación se puede realizar separando manualmente por especie y obtener la composición botánica .La ventaja de este método, es la precisión y sencillez; como desventaja principal es la relativa laboriosidad del procedimiento.

Para Parde, (1980); Gayoso et al. (2002), Citado por Bejarano (2014). El método destructivo proporciona un valor exacto de la biomasa ya que consiste en destruir árboles, para calcular su peso seco o biomasa. Adicionalmente, el método permite formular relaciones funcionales entre la biomasa y las variables del rodal de fácil medición como el diámetro a la altura del pecho, altura comercial, altura total y otras.

### **1.8.2. Métodos de evaluación indirectos no destructivos**

Se basa en relacionar, mediante análisis de regresión, el peso real del follaje en un numero dado de plantas obtenidas mediante cualquiera de los métodos destructivos con dimensiones medidas o estimadas de las mismas basados en el análisis dimensional, estimación visual y planta de referencia (Renolfi, 1990), citado por Cossio (2003).

Los métodos no destructivos permiten estimar la productividad primaria neta de manera indirecta. Si bien siempre es necesario tomar como referencia una cierta

cantidad de cortes, es posible tomar cientos de mediciones con un método no destructivo y cortar solamente unas 20 muestras para ajustar los resultados. Esto es una clara ventaja con respecto a los métodos destructivos. Según indica Mannelje (2000), citado por Bejarano (2014).

### **2.9. Métodos para determinar la disponibilidad de forraje en plantas leñosas**

Estas mediciones, implican un gran trabajo. Por esto las clasificaciones de partes comestibles y no comestibles de plantas muchas veces se hacen solamente de una forma burda, como por ejemplo en biomasa total verde y leñosa. También los frutos y las flores, y en algunos árboles también la corteza, pueden rendir una importante contribución forrajera y hay que incluirlas en la medición.

Además de métodos directos para medir la producción en árboles y arbustos también se utilizan los así llamados métodos alométricos. En estos métodos se busca la correlación entre parámetros fácilmente medibles tales como por ejemplo el diámetro del tronco y/o de la copa, y la cantidad de forraje obtenido a partir de una prueba representativa al azar. En potreros con árboles y arbustos se tiene que realizar una división aún más estrecha entre el forraje disponible y no disponible, ya que en una parte puede encontrarse más allá del alcance del animal. El alcance depende de la especie vegetal, del relieve y sobretodo de la especie animal. A través de la caída de hojas y frutos, el forraje no disponible se puede volver accesible. Un significado se le debería dar a la producción en tiempos de escasez de forraje, ya que muchas veces ésta es más importante que la producción total (Duran, 2012).

### **2.10. Tipos de muestreo de la vegetación**

Para realizar un estudio ecológico es importante tener en cuenta que la representatividad de la población está dada por el número de muestras a tomarse en cuenta y por el conocimiento de los factores que puedan influir en una determinada variable (Mostacedo & Frederickcsen, 2000). Ante esto es recomendable que las parcelas no debieran contener más de una comunidad, es decir las parcelas deben ser homogéneas y en el mejor caso es optar por muchas unidades de muestreo

relativamente pequeñas que por pocas unidades de tamaño grande (Foster et al., 1995; Hayek y Buzas, 1997, citado por Torrez, 2012).

Existen dos métodos principales para analizar la vegetación la cual está comprendida en un método directo y otro indirecto (Boerboom, 1969, citado por Torrez, 2012). El primero consiste en realizar levantamientos periódicos de la vegetación mediante parcelas permanentes en donde se suministra información confiable para realizar estimaciones en el tiempo como ser: cambio en el número y tamaño de las especies, incremento, mortandad, regeneración natural. El segundo se basa en el levantamiento simultáneo y por una vez en varias comunidades vegetales las cuales representan a varias etapas de una misma serie asumiendo que en base de la vegetación actual se puede llegar a una reconstrucción del estado anterior.

De igual manera es importante hacer notar la diferenciación que existe entre muestras y poblaciones. Una población es la unidad de la que se quiere obtener alguna información específica. En cambio, una muestra es sólo un fragmento seleccionado que viene a representar un determinado porcentaje de la población. Con estos métodos se puede identificar un cambio en la diversidad y nos alertará de procesos empobrecedores, además nos permite emitir recomendaciones a favor de la conservación de áreas amenazadas o monitoriar el efecto de las perturbaciones en el ambiente (Barajas, 2005).

#### **2.10.1. Transectos.-**

Uno de los métodos ampliamente utilizados para muestrear la vegetación son los transectos. Un transecto es un rectángulo situado en un lugar para medir ciertos parámetros de un determinado tipo de vegetación. Gentry 1995, citado por (Mostacedo & Frederickcsen, 2000). Aplicó los transectos de 2x50 m para medir árboles y bejucos con DAP mayor a 2.5 cm. Sin embargo, este tamaño de transecto no sería adecuado para evaluar la vegetación del sotobosque de un bosque húmedo; en este caso, será necesario reducir el tamaño del transecto hasta 2x4 m. Al contrario, si se quiere evaluar la vegetación arbórea con DAP mayor a 20 cm, en un transecto de 2x50 m el número

de árboles de esta categoría sería poco representativo, lo que indica que el tamaño del transecto debe aumentarse (por ejemplo 10x50 m o 10x100 m.).

### **2.10.2. Cuadrante.-**

Este método es una de las formas más comunes de muestreo, generalmente los mismos suelen ser más homogéneos comparados a los transectos. Consiste en colocar un cuadrado de tamaño conocido y muestrear todos los individuos dentro de él. Este simple proceso tiene que ser repetido en varios cuadrantes para obtener una adecuada representación de la comunidad para luego determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas. (Torrez, 2012).

En la actualidad, estos cuadrantes son empleados para muestrear todo tipo de plantas incluso antes eran especialmente utilizados para estudiar la vegetación de sabanas y vegetación herbácea en Bosques del Cerrado, Puna y Praderas.

Las dimensiones del cuadrante dependerán de la forma de vida y densidad de los individuos por ejemplo para muestrear vegetación herbácea o regeneración natural, el tamaño del cuadrante puede ser de 1 m<sup>2</sup> y para árboles (mayor a 10 cm DAP), los cuadrantes pueden ser de 25 m<sup>2</sup> (5x5) o 100 m<sup>2</sup> (10x10), para obtener un tamaño adecuado del cuadrante, es necesario realizar pre-muestreos, ya que de no ser así, habrá muchas parcelas con ausencia de individuos o caso contrario puede que haya cuadrantes innecesarios de muestrear.

### **2.10.3. Punto centro cuadrado.-**

El punto-centro-cuadrado es uno de los métodos usados, principalmente, para el muestreo de árboles. Las ventajas de este método son la rapidez de muestreo, el poco equipo y mano de obra que requiere y, además, la flexibilidad de medición, puesto que no es necesario acondicionar el tamaño de la unidad muestral a las condiciones particulares de la vegetación (Matteuci y Colma, 1982, citado por Mostacedo & Frederickcsen, 2000).

Específicamente, consiste en ubicar puntos a través de una línea (senda, picadas, línea imaginaria). En esta línea, cada cierta distancia (50 o 10 m) o al azar, se debe ubicar un

punto a partir del cual se hará el muestreo de la vegetación. En este punto se cruzan dos líneas imaginarias, con las cuales se obtienen 4 cuadrantes con ángulos de 90° y en cada cuadrante se debe ubicar el árbol más cercano al punto central y tomar la distancia respectiva. Al final, en cada punto se consideran sólo 4 árboles, de los cuales se pueden tomar medidas adicionales como especie, altura, DAP, forma de copa.

#### **2.10.4. Líneas de intercepción.-**

La línea de intercepción se basa en el principio de la reducción de una transecta a una línea. Este método se aplica para estudiar la vegetación densa dominada por arbustos y para caracterizar la vegetación graminoide. En las líneas de muestreo, se procede a muestrear cada especie que intercepta la línea a fin de obtener datos de cobertura, altura de las especies vegetales y alguna otra información de acuerdo a una planilla especial (Kent & Coker, 1992; citado por Borgnia *et al*, 2006). La cobertura de cada especie es la proyección horizontal de las partes aéreas de los individuos sobre el suelo y se expresa como porcentaje de la superficie total.

#### **2.10.5. Puntos de intercepción.-**

Para la realización de este método utiliza una varilla delgada con escala graduada, ésta se coloca en forma vertical para registrar aquellas plantas que se interceptan en las diferentes alturas. Luego, se anota la forma de vida (hierba, arbusto, árbol, etc.). Este tipo de muestreo es muy utilizado para determinar la estructura y composición de una formación vegetal y está basado en la posibilidad de registrar las plantas presentes o ausentes sobre un punto del suelo (Matteucci & Colma, 1982; citado por Mostacedo & Fredericksen, 2000).

#### **2.10.6. Muestreos fitosociológicos.-**

El muestreo fitosociológico fue iniciado por Braun-Blanquet y sirve, especialmente, para estimar la dominancia de especies por medio de la cobertura. Lo primero que se debe hacer es buscar áreas homogéneas. Posteriormente, se debe hacer un inventario de todas las especies que existen en esas áreas. Una vez encontradas todas las especies, se procede a darle categorías de cobertura a cada especie en toda el área inventariada.

Estas categorías son: r = uno o pocos individuos; + = menos de 5% de cobertura; 1 = abundante, pero con cobertura muy baja, pero siempre menor a 5%; 2 = muy abundante y menos de 5% de cobertura, o menos abundante y 5 a 25% de cobertura; 3 = 25 a 50% de cobertura, independientemente del número de individuos; 4 = 50 a 75% de cobertura, independientemente del número de individuos; y 5 = 75 a 100% de cobertura, independientemente del número de individuos (Torrez, 2012).

Una vez que se hayan realizado estos procedimientos en varios lugares reiteradamente, se procede a agrupar las parcelas por la dominancia e identificación de especies características, además de tomar en cuenta criterios geomorfológicos, edáficos, y climáticos. Luego se procede a darle un nombre a cada grupo (denominado “asociación”) bajo la nomenclatura fitosociológica. Este nombre proviene primero, de la especie más dominante y segundo, de la especie característica de esa asociación.

### **2.11. Área mínima de la muestra**

Para las comunidades vegetales, se acostumbra obtener un área mínima de muestreo antes de realizar cualquier estudio ecológico. El área mínima de la comunidad se define como el área más pequeña que representa adecuadamente la composición de especies de la comunidad. El tamaño del área mínima depende de la comunidad que se estudia y varía entre amplios límites. Para comunidades vegetales de climas templados según (Müller et al, 1974), citado por Franco (1998). Se han propuesto los siguientes valores empíricos:

<b>Bosque (estrato arbóreo) de</b>	<b>200 a 500 m<sup>2</sup>.</b>
<b>Bosque (estrato herbáceo) de</b>	<b>50 a 200 m<sup>2</sup>.</b>
<b>Pastizal seco de</b>	<b>30 a 100 m<sup>2</sup>.</b>
<b>Matorral de</b>	<b>10 a 25 m<sup>2</sup>.</b>
<b>Comunidades de musgo de</b>	<b>1 a 4 m<sup>2</sup>.</b>
<b>Comunidades de líquenes de</b>	<b>0.1 a 1 m<sup>2</sup>.</b>

El tamaño y la forma óptima de la parcela dependen mayormente de la distribución de

las especies a medir. Las parcelas de gran tamaño se adaptan mejor para vegetaciones dispersas, mientras que las pequeñas para vegetaciones densas y uniformes (Matteucci y Colma, 1982).

### **2.12. Localización de las muestras**

Se denomina muestreo simple con líneas simples distribuidas al azar de diferente longitud. Este sistema consiste en trazar una línea base o guía atravesando el área a lo largo de la unidad de vegetación, levantando luego sobre ésta, líneas perpendiculares tomadas al azar. Posteriormente se establecen sobre las líneas perpendiculares parcelas circulares o cuadradas a distancias determinadas de la línea base (Becerra, 1971).

### **2.13. Número de muestras**

El número de parcelas dependerá de los propósitos de muestreo y de la uniformidad de las unidades de vegetación. Por lo menos en un mínimo de 10 parcelas deberán ser seleccionadas para cada una de las unidades de vegetación; cuando la vegetación sea muy irregular se deberá aumentar el número de muestras (Renolfi, 1990).

### **2.14. Estructura de la vegetación**

Una definición aceptada de estructura de la vegetación es aquella de Dansereau (1957), quien indica un rodal que es “la organización en el espacio de los individuos que forman (y por extensión un tipo de vegetación o asociación de plantas)”

Existen diferentes interpretaciones en cuanto a los componentes de esta estructura; sin embargo, desde el punto de vista forestal es conveniente seguir a Kershaw (1973), quien distingue tres componentes de la estructura de la vegetación:

- Estructura vertical, que indica el ordenamiento de la vegetación en capas, estratos o dosales.
- Estructura horizontal, que se refiere a la distribución espacial de los individuos y de las especies en el plano horizontal o superficie del rodal.
- Estructura cuantitativa, o abundancia de cada especie, que se puede expresar de distintas maneras, por ejemplo mediante la densidad o simple conteo de las plantas del

rodal, o mediante el rendimiento o producción de un rodal a través del peso seco del material vegetal.

### **2.15. Análisis cuantitativo de vegetación**

Los parámetros de medición de la abundancia de la vegetación como indica Donoso (1993) son:

- La densidad o número de individuos por unidad de superficie ( $D = N/A$ ).
- La frecuencia o número de veces (o porcentaje) que una especie es registrada en un número determinado de parcelas o de puntos en la comunidad.  $\left(F = \frac{m_1}{M_T} * 100\right)$
- La cobertura o proporción del piso ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas del vegetal.  $\left(C = \frac{m_1}{M_T} * 100\right)$

#### **2.15.1. Densidad**

Los métodos que toman en cuenta el número de individuos, tanto estimándolos como contándolos. Expresan la composición botánica como grados o escalas de abundancia de cada especie; el número de individuos de una especie, expresado como densidad de población, es decir, el número de individuos de una especie, expresado como densidad de población, de decir, el número de individuos por unidad de área. Su uso está bastante generalizado (Senra y Venéreo, 1986).

Existen diferentes métodos como manifiesta Franco *et al* (1998), uno de los métodos más utilizados por la escuela cuantitativa, es el denominado método del cuadrado, que permite determinar con precisión la densidad, cobertura y frecuencia de las especies dentro de la comunidad y, con base en esos datos, destacar la importancia relativa de cada una de ellas. El método del cuadrado no necesita de áreas en forma cuadrada o cuadrangular sino que pueden emplearse áreas con otras formas geométricas que delimitan una superficie constante y conocida (rectángulo, círculos, etc.), indicando al respecto Curtís (1950), que las limitaciones son el tamaño del cuadrado, si es muy pequeño, la variación será alta, y a la inversa cuando el cuadrado es grande será también muy trabajoso.

### **2.15.2. Frecuencia**

La frecuencia puede ser medida por el método Punto medio modificado, una estimación rápida de la composición de las especies (Owensby 1973), además Winward y Martínez (1983), manifiestan que se puede utilizar el método de frecuencia establecida con usos potenciales de la composición de especies, condición de la vegetación, proveyendo información sobre la distribución de las especies.

El parámetro de frecuencia da una idea de la presencia o ausencia de una especie en la pradera. Esta medida permite ubicarse en un pastizal cuando recién se comienzan a hacer las primeras exploraciones del mismo. Numéricamente es la relación entre el número de muestras expresado en porcentaje (FAO, 1996).

### **2.15.3. Cobertura**

La cobertura de una especie (u otra categoría vegetal) es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada. Se expresa como porcentaje de la superficie local. La cobertura ha sido utilizada con mucha frecuencia como medida de la abundancia de los atributos de la comunidad, especialmente cuando la estimación de la densidad resulta difícil por la ausencia de límites netos visibles entre los individuos, como ocurre en los pastizales, en el caso de plantas macollantes y cespitosas, o en cojín (Matteucci y Colma, 1982).

La cobertura en los sistemas de clasificación Braun - Blanquet, se emplea la evaluación visual, demostrando eficacia en la descripción detallada del área, pero es subjetiva y depende de la experiencia del técnico (Müller et al, 1974), al igual que en los métodos descriptivos de Küchler (1967) y Fosberg (1967), todos ellos con sus propias escalas de valores. Estas escalas han sido aplicadas muy a menudo en su versión original o modificada.

Para la estimación objetiva de la cobertura existen técnicas rápidas como el de Intercepción de punto; Intercepción de línea, con usos potenciales de frecuencia, composición de la vegetación, condición de la vegetación y tendencia, no

recomendados para coberturas menores al 5% o mayores que el 35% (Diersing et al, 1992).

## CAPÍTULO III

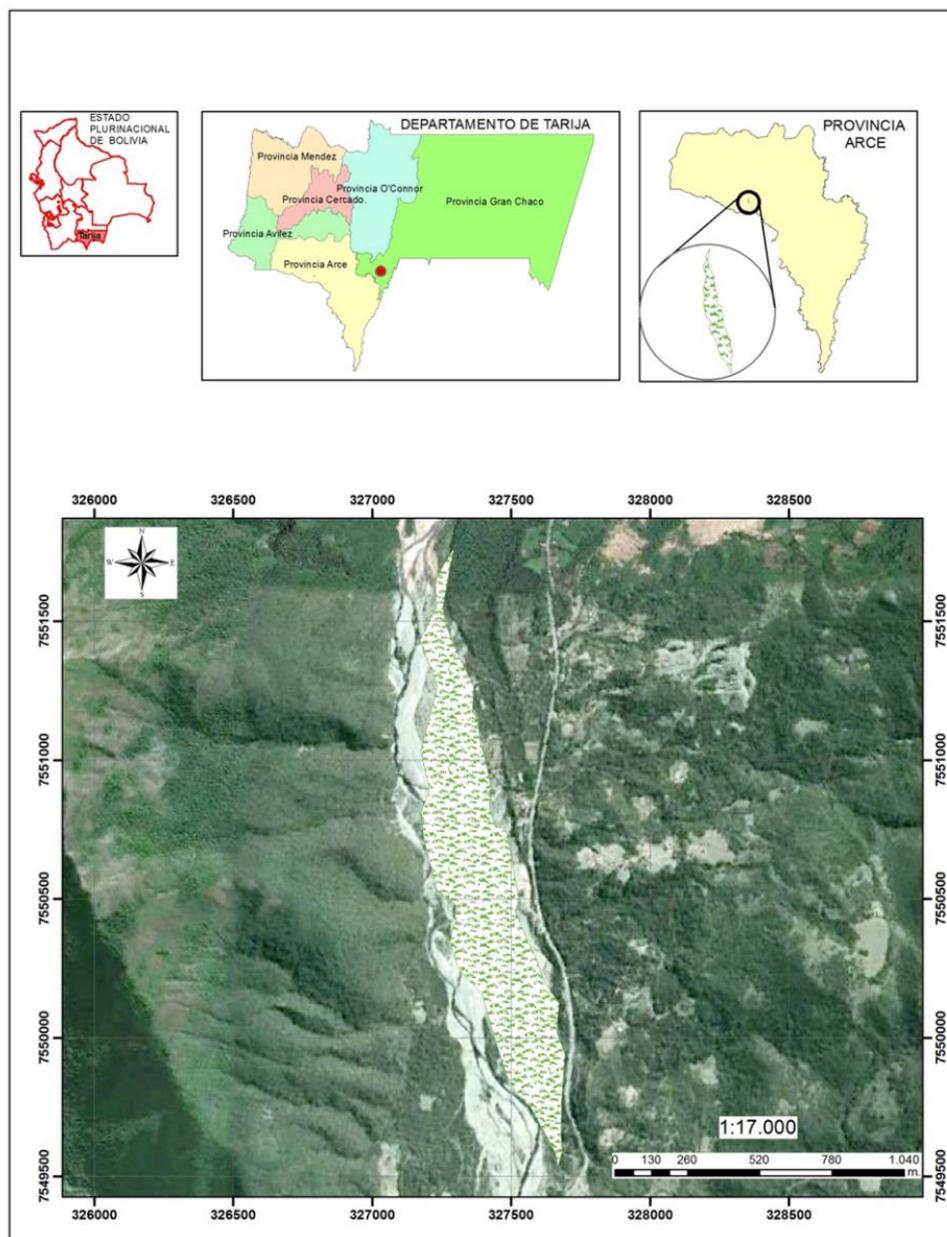
### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Descripción general del área de estudio

##### 3.1.1. Localización

El área de estudio está ubicada en la comunidad de Santa Clara Cantón La Merced Provincia Aniceto Arce Dpto. Tarija- Bolivia. El área de estudio presenta una superficie de 40.21 has.

**Mapa N° 1: ubicación del trabajo de investigación**



**Cuadro N° 3 Coordenadas UTM (WGS 84) del área de estudio**

<b>Punto</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>
P1	327668	7549535
P2	327658	7549588
P3	327570	7549749
P4	327516	7549803
P5	327483	7549865
P6	327447	7549976
P7	327393	7550158
P8	327309	7550248
P9	327279	7550345
P10	327305	7550474
P11	327232	7550533
P12	327186	7550714
P13	327176	7550812
P14	327205	7550894
P15	327175	7551032
P16	327234	7551265
P17	327173	7551434

<b>Punto</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>
P18	327231	7551555
P19	327226	7551642
P20	327252	7551696
P21	327294	7551763
P22	327277	7551690
P23	327254	7551552
P24	327262	7551494
P25	327289	7551426
P26	327318	7551360
P27	327351	7551297
P28	327364	7551267
P29	327361	7551182
P30	327378	7551140
P31	327389	7551064
P32	327404	7551008
P33	327424	7550912
P34	327422	7550830
P35	327442	7550757

Punto	Este	Norte
P36	327478	7550755
P37	327486	7550726
P38	327527	7550498
P39	327514	7550454
P40	327561	7550341
P41	327592	7550281
P42	327614	7550207
P43	327671	7550123
P44	327663	7550023
P45	327692	7549941
P46	327681	7549769
P47	327678	7549652
P48	327682	7549589

Fuente: elaboración propia

### 3.1.2. Clima

El clima característico de la región es Mesotermal semiárido, que está caracterizado por precipitaciones medias anuales que oscilan entre los 700 a 1400 mm/año. Las temperaturas medias en la época más caliente (diciembre y enero) alcanzan unos 20°C, en junio y julio (los meses más fríos) es de unos 14°C. (Estudio Integral TESA Fomento Pecuario 1<sup>ra</sup> Sección Provincia Arce, 2012).

### **3.1.3. Fisiografía**

La fisiografía de la zona de estudio está formada por un conjunto de paisajes denominados serranías, colinas y llanuras de piedemonte. Está cubierta por un paisaje de ladera de serranía disectada a fuertemente disectada, con altitudes entre 1300 a 2500 msnm, las colinas son altas, medias y bajas, presentando normalmente cimas subredondeadas a redondeadas, con divisoria de aguas poco discernibles, son ligeramente a fuertemente disectadas con pendientes de 15 a 90%, con mucha rocosidad en la superficie y abundante pedregosidad superficial. Las llanuras de piedemonte son ligeramente hasta fuertemente disectadas. Este paisaje presenta inclusiones de llanuras aluviales y depresiones. Las pendientes varían de 2 a 30%, sin o con poco afloramiento rocoso, pero con abundante pedregosidad superficial, que tienen muy pocas piedras. Mayoritariamente los piedemontes están constituidos por material coluvio-aluvial de diverso grado de selección y redondeamiento (Zonisig 2001).

### **3.1.4. Suelo**

Los suelos de la zona corresponden a Asociación Lixisol-Cambisol donde los suelos dominantes son profundos a muy profundos, de texturas francas en la superficie y franco arcillosas a arcillosa en el subsuelo, con pH ligeramente alcalino a alcalino, y fertilidad natural baja a moderada. De manera general, se puede decir que los suelos ubicados en los complejos montañosos son poco profundos, generalmente tienen un contacto lítico próximo y se evidencia presencia de afloramientos rocosos, siendo su textura de pesada a mediana. Los suelos ubicados en la zona de pie de monte y terrazas aluviales son de moderadamente profundos a profundos, la textura es de media a liviana en los horizontes superiores y más pesada en los horizontes profundos, particularmente en terrazas subcrecientes. (PDM, 2011).

### 3.1.5. Vegetación

La cordillera oriental que está cubierta por 5 tipos de vegetación: pastizales, arbustales altoandinos, pajonales-arbustales y matorrales-pastizales, bosques montanos nublados, matorrales xerofíticos de los valles interandinos y matorrales y bosques del chaco serrano (ZONISIG, 2001).

En la composición florística predominan las especies como: *Loxopterygium sp* (Mara chaqueña, Mara sota), *Anadenanthera clubrina* (Cebil colorado) *Sida sp* (Afatilla, Malva, Ajata), *Paspalum notatum* (Pasto pampeño, Grama dulce, Orqueta), *Setaria sp* (Cola de zorro grande). Con un **matorral caducifolio deciduo por sequía, montano**, Formado principalmente por especies que pierden su follaje en la época desfavorable mezcladas con especies perennifolias, las familias mejor representadas son las *Mimosaceae*, *Ulmaceae* entre otras, con las especies *Acacia sp* (Garrancho cuadrado) y *Celtis sp* (Tala amarilla), en el herbáceo dominan las gramíneas con las especies *Paspalum notatum* (Pasto pampeño, grama dulce) y el *Oplismenus hirtellus* (Pasto monteño). Presenta algunos árboles aislados como *Tecoma stans* (Guaranguay), *Sapium haematospermum* (Leche leche, Lecheron playero), *Podocarpus parlatorei* (Pino del cerro). (Estudio Integral TESA Fomento Pecuario 1<sup>ra</sup> Sección Provincia Arce, 2012).

### 3.1.6. Aspectos socioeconómicos

La principal actividad económica de las familias de la zona es la agricultura y la ganadería, el cultivo es de acuerdo a la época, los principales cultivos son cítricos, el durazno, el cultivo de maíz la caña de azúcar. También en los últimos años muchas personas se dedican al trabajo en empresas de construcción (camino, infraestructura) ya sea como albañiles o como obreros.

La actividad productiva principal desarrollada por las familias en la localidad de Santa Clara es la agricultura de tipo tradicional, ya que no cuenta con maquinarias, insumos, etc. y porque una buena parte de la producción es destinada al autoconsumo.

La segunda actividad productiva es la ganadería, que tiene un manejo extensivo o tradicional. La población ganadera es variada que consiste en la cría de ganado menor

de uso doméstico y a la cría de bovinos para las labores agrícolas y mayor cantidad para la producción de carne. (ECOFACE Ltda. 2014).

### 3.2.-MATERIALES

En la ejecución del presente trabajo se utilizaron los siguientes materiales y equipos, los que se detallan en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 4 Lista de materiales**

<b>Materiales biológicos</b>	
- Árbol - Hojas	- Frutos
<b>Materiales y herramientas de campo</b>	
- GPS navegador - Jalones - Wincha de 50 m. - Cinta métrica - Flexómetro - 1 motosierra - Sobres de plástico	- Cinta adhesiva - Tijera de poda - Hacha - Machetes - Cámara fotográfica - Tablero de anotaciones - Planillas de registro
<b>Equipo de gabinete</b>	
- Computadora	- Material de escritorio

Fuente elaboración propia (2015).

### 3.3.- MÉTODOS

#### 3.3.1. Diseño del muestreo

Para realizar el estudio de la vegetación como se muestra el mapa n° 2 en el área se fijaron 50 parcelas, las cuales se ubicaron sistemáticamente, distribuidas sobre líneas de levantamiento paralelas y equidistantes en dirección (este-oeste), cuya distancia entre puntos se determinó a través de la siguiente expresión:

$$d = \sqrt{\frac{A}{n}}$$

Donde:

d=Distancia entre puntos centrales (km.)

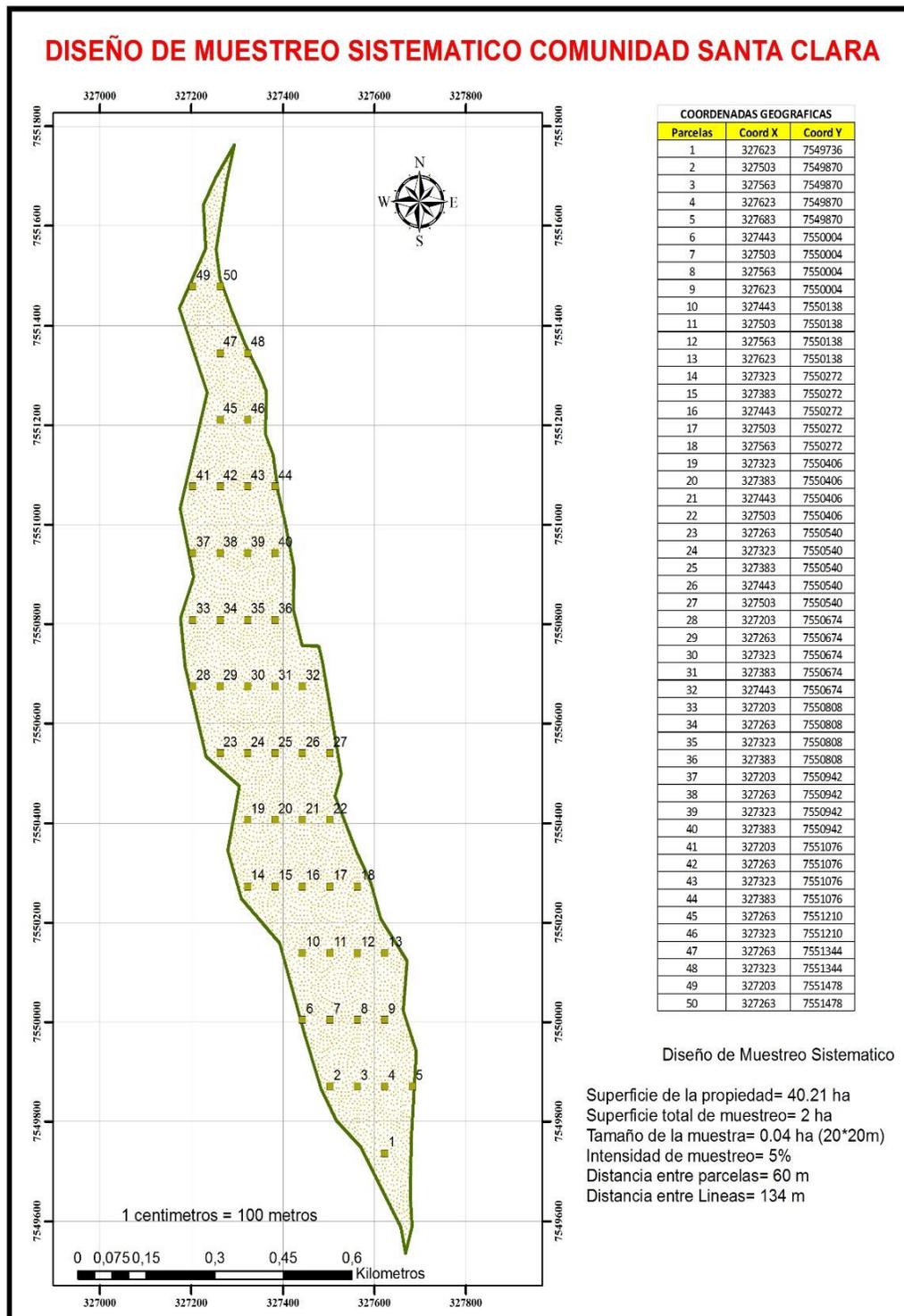
A=superficie del área de estudio (km<sup>2</sup>)

n=Número de unidades de muestreo

Se empleó un factor de corrección de (valores entre 1 a 1.5) que permiten aumentar la distancia entre las líneas de levantamiento y reducir al mismo tiempo las distancias entre unidades de muestreo, cuyas distancias se redondearon al centésimo más cercano de acuerdo a las **Normas Técnicas para la Elaboración de Instrumentos de Manejo Forestal** .MDSMA (1998).

La distancia entre líneas fue de 134 m. y de 60 m. entre parcelas dentro del área de estudio (40,21 ha).

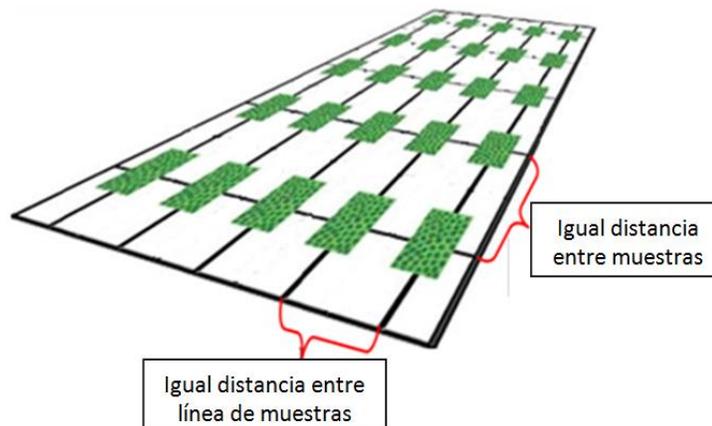
Mapa N° 2: Diseño del muestreo sistemático en la comunidad de santa clara



### 3.3.2. El tipo de muestreo.

Para el levantamiento de la información se recurrió al muestreo sistemático propuesto por Mostacedo (2000). Se realizó con una distribución regular como muestra la figura N° 1, con distancias iguales entre las unidades de muestreo, tanto entre muestras y líneas de muestreo.

**Figura N°1.** Diseño de muestreo sistemático



Fuente: Consultora Manejo Integral de Bosques, MIB. (2011).

### 3.3.3. Tamaño del área a muestrear.

La superficie total del área es de 40.21 has, para el estudio se utilizó una intensidad de muestreo de 5% cubriendo una superficie total de muestreo de 2 has.

Según la revisión bibliográfica varios autores mencionan que el 5%, es conveniente el tamaño de la muestra y existen fórmulas o formas para calcular el tamaño de la muestra, pero por razonamiento expuesto el trabajo está dentro de lo que sugiere la literatura Mateuci y Colma (1992); citado por Soto (2012).

### 3.3.4. Tamaño y forma de las unidades muestrales.

La superficie total del área de estudio es de 40.21 has considerando la intensidad a muestrear tendremos una superficie de muestreo de 2 has de las cuales se obtuvo aproximadamente 50 parcelas de 400 m<sup>2</sup> cada una. El tamaño de cada parcela fue de 20m x 20m (400 m<sup>2</sup>) de forma cuadrada.

### **3.4. Instalación de las parcelas en el área de estudio.**

Para el presente trabajo de estudio específicamente, consistió en localizar los puntos centrales de cada unidad muestral con la ayuda del mapa de diseño del muestreo sistemático (mapa de distribución de las parcelas). De tal manera que está en función al siguiente detalle:

- ✓ Con el GPS navegador se ubicó el punto central de cada unidad de muestreo teniendo registrado estas coordenadas geográficas en el mapa de distribución de las parcelas.
- ✓ Se colocó un jalón de 2 m en el punto central de cada parcela, después de haber situado estos puntos, se procedió a medir con una wincha diez metros a cada lado (norte, sur, este y oeste), de esa manera obtener parcelas de 20 x 20 m.
- ✓ Finalmente se realizó las mediciones dasométricas de la especie *Acacia aromo* correspondiente a cada árbol.

### **3.5. Medición de las variables dasométricas**

Una vez que se instaló el tipo de muestreo en cada parcela se procedió a ejecutar las mediciones dasométricas para ello se tomó en cuenta lo siguiente:

- ✓ En cada parcela se comenzó a hacer la medición de la circunferencia del fuste a 30 cm del nivel del suelo con la ayuda de un flexómetro.
- ✓ Luego se procedió a medir la altura total que va desde el nivel del suelo hasta el ápice de la copa para cada especie presente.
- ✓ También se efectuó la medición del diámetro de la copa proyectada a la base con una cinta métrica, en dirección de los cuatro puntos cardinales.
- ✓ Finalmente se hizo medición de la longitud de la copa que es la distancia desde su inicio de la misma hasta el ápice del árbol.

### 3.5.1 Variables evaluadas

#### 3.5.1.1 Diámetro basal para la especie

La circunferencia fue medida a una altura relativa de 30 cm del suelo, con una cinta métrica y en centímetros. En algunos casos cuando el árbol presento alguna anomalía como ser torcedura o hinchamiento, se buscó puntos de medición aconsejados. Luego se procedió a emplear la fórmula de conversión a diámetro conocida:

$$d = \frac{c}{\pi}$$

Donde:

d= Diámetro (cm)

c= Circunferencia (cm)

$\pi$ = Pi (3.1416)

#### 3.5.1.2 Altura total

Para medir la altura total se tomó la distancia vertical entre la base del árbol y el ápice del mismo. Se estimó de manera visual la altura aproximada del árbol, siempre teniendo en cuenta que los arboles de esta especie es de copa abultada y se visó el apice “por el interior” y no a la extremidad de las ramas dirigidas hacia el operador.

#### 3.5.1.3 Diámetro y altura de la copa

En el área de estudio el diámetro de copa fue medido con cinta métrica considerando la proyección horizontal de la copa, para una mayor precisión se hizo la medición de dos secciones o diámetros para sacar una media.

En lo que respecta a la altura de la copa se tuvo en cuenta varios aspectos como: determinación de la base de la misma a partir de la primera rama viva, nivel inferior del follaje, visualmente se estimó la altura aproximada de la copa de cada árbol.

### 3.6. Determinación de las clases diametrales

Una vez obtenidos los diámetros a 30 cm sobre el nivel del suelo se procedió a determinar 5 clases diamétricas, para su determinación, se realizó el siguiente procedimiento:

- Los diámetros basales (a 30 cm. sobre el suelo) medidos en campo se ordenó de menor a mayor valor.
- Después se determinó la amplitud de la clase diamétrica, dividiendo la diferencia entre el mayor y el menor valor del diámetro basal, con el número de intervalos de clase deseado (5).
- Luego se pasó a cuantificar las frecuencias para cada clase diamétrica.
- Se identificó los diámetros medidos que se encuentran dentro de las clases diamétricas que más cerca estén del valor medio de cada clase diamétrica.

**Cuadro N° 5 Rangos de clase diametral**

Arboles Tipo	Clases Diam.
1	5,1-12,4
2	12,4-19,7
3	19,7-27,0
4	27,0-34,3
5	34,3-41,6

Fuente: Elaboración propia

### 3.7. Estimación de la biomasa para cada árbol tipo

La obtención de los pesos verdes y secos de cada árbol tipo se utilizó el método recomendado por Parra, (2001). Para lo cual se hizo una división de la copa en 4 partes, las marcaciones se efectuaron en las ramas localizadas en el cuarto seleccionado en las ramas marcadas se cosecharon los frutos y hojas se registró su peso verde y para determinar el peso total por árbol tipo se multiplico por 4. De esta forma se garantizó

una representación de todos los estados de desarrollo de la población existente en el área de estudio.

### **3.7.1. Determinación de los pesos verdes y secos de las muestras**

Para la obtención de los pesos verdes y secos se realizó en 2 etapas que se detallan a continuación:

#### **Etapas I**

La primera etapa se realizó cuando los árboles estaban con frutos en primer lugar se obtuvo una muestra de todos los frutos por cuarto seleccionado de cada árbol. La muestra de los frutos al momento de cosechar fueron envasados en bolsas de papel rotuladas.

El proceso de pesaje del material cosechado de los frutos, la determinación de los pesos verdes se realizó en el laboratorio de fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.

#### **Etapas II**

La segunda etapa se realizó cuando los árboles estaban con hojas. De cada árbol se extrajeron las ramillas con hojas del cuarto seleccionado, éstas fueron guardadas en bolsas plásticas material que fue llevado al laboratorio de fitopatología de la UAJMS, Para ser pesado en balanzas de precisión.

### **3.8. Análisis Químico**

Las muestras de hojas y frutos procedentes de la especie de estudio se enviaron al laboratorio de bromatología, (centro de análisis, investigación y desarrollo) "CEANID" de la universidad, con el propósito de determinar: Contenido de materia seca (MS), proteína bruta (PB), ceniza (CN), fósforo (P) calcio (Ca) y la digestibilidad de la materia seca.

### **3.9. Determinación de la edad de la planta**

La edad se determinó por el método recomendado por Díaz (2010). Se basó en el conteo de anillos anuales, para determinar el número de anillos han tomado sesiones

transversales lo más cerca posible al suelo para así poder incorporar los crecimientos de los primeros años de cada ejemplar, por último se vio la necesidad igualar y alisar la superficie de la sección con una cepilladora de mano y una lija sobre la que se realizó el conteo con el objetivo de realizar el conteo de anillos con una lupa de 10 aumentos.

### **3.10. Modelos para la estimación de la biomasa total**

Para obtener modelos alométricos se relacionó el peso real de fruto y follaje verde de los 5 árboles y las dimensiones medidas, en nuestro caso se relacionó con el diámetro basal de la especie, altura total y edad del árbol.

La biomasa de la especie *Acacia aroma* en el área de estudio de la comunidad de Santa Clara, se calculó a través de las ecuaciones de regresión de mejor ajuste, obtenidas con la combinación de métodos destructivos, encontrando una ecuación para cada variable dependiente (frutos y hojas).

De acuerdo al menor error estándar (E.S.) y el mejor coeficiente de correlación ( $R^2$ ), se eligieron los mejores modelos alométricos, resultando el modelo polinomial de mejor ajuste para el diámetro basal y el peso verde de los frutos. Para el diámetro basal y el peso verde de las hojas el modelo MMF es el de mejor ajuste.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación realizado en la comunidad de Santa Clara primera sección de la provincia Arce, las salidas de campo se realizaron durante el mes de octubre del año 2014, para el análisis de datos, Las planillas de campo fueron tabuladas en hojas electrónicas del programa Excel para facilitar la ordenación de la información, después se realizó los cálculos y análisis que presentan los siguientes resultados:

#### 4.1. Densidad absoluta y relativa en función análisis de las clases diamétricas

En el área de estudio de la comunidad de Santa Clara, como se registraron 802 árboles en una superficie de muestreo de 2 Ha. La cantidad total de árboles por hectárea es de 401, utilizando una regla de tres simple, se encontró que existe 1 planta por cada 25 m<sup>2</sup>. Es decir un árbol a 5 m de distancia.

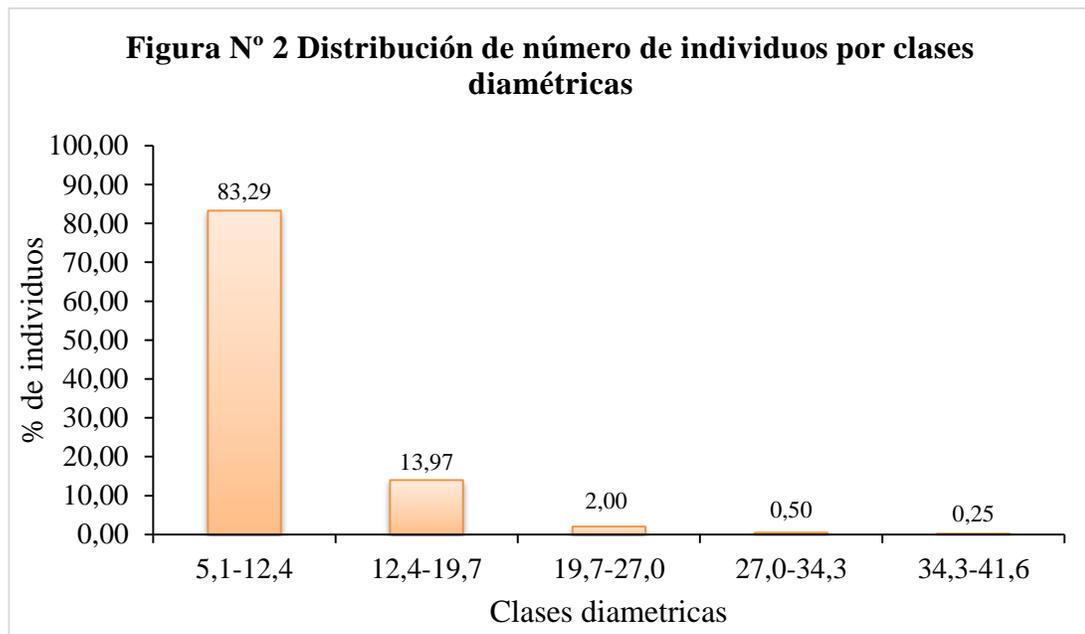
**Cuadro N° 6 Densidad de la especie por clase diamétrica**

Clase diametral	Rango (cm)	Densidad absoluta (pl/ha)	Densidad relativa (%)
1	5,1-12,4	334	83,29
2	12,4-19,7	56	13,97
3	19,7-27,0	8	2,00
4	27,0-34,3	2	0,50
5	34,3-41,6	1	0,25
<b>TOTAL</b>		401	

Interpretando los datos de las densidades encontradas en las clases diametrales 1, 2, 3, 4 y 5, con diferente frecuencia como se muestra en el cuadro n° 6 se deduce que la clase diamétrica 1 es la que tiene mayor número de plantas por hectárea. También se aprecia

que la clase diametral 2 es muy representativa seguido por las clases 3, 4 y 5 que tienen muy poca participación.

La figura N° 2 que representa las densidades encontradas en cada clase diamétrica. Existe una mayor abundancia de árboles en las clases menores y disminuye a medida que las clases se van incrementando. Teniendo una mayor cantidad de individuos en la clase 5,1-12,4 y con una disminución muy elevada de individuos en las demás clases diamétricas mayores. Esto podría interpretarse que las comunidades vegetales tendrían su subsistencia garantizada a lo largo del tiempo, ante los fenómenos de una alta mortalidad, baja natalidad, perturbaciones y competencias intra e inter específicas (Villaruel *et al*, 2010).



En general, las densidades más grandes de árboles producen rendimientos más altos de hojas y madera por unidad de área pero rendimientos individuales más bajos según Gutteridge y Shelton (1991) en la mayoría de los experimentos conducidos en densidad de plantas, los rendimientos de hojas y madera más altos por unidad de área se lograron en las densidades más altas, sin embargo una densidad óptima para el rendimiento por unidad de área no fue definida.

Según afirmaciones hechas por Cañas y Aguilar (1992), citado por Pezo y Ibrahim (1999), Otra ventaja de tener altas densidades de plantas es que contribuyen a la protección del viento el efecto directo de las leñosas como protectoras del animal contra el viento quizás sea más relevantes en áreas y épocas frías donde la temperatura ambiental se encuentra por debajo del límite inferior de la zona de termoneutralidad, por lo que el animal tiene que sacrificar parte de la energía que podría ser utilizada para propósitos productivos, y la usa para contrarrestar el frío y mantener su temperatura corporal.

El principal factor limitante según Shelton et al, (1987), citado por Pezo y Ibrahim (1999). Para el crecimiento de pasturas en sistemas silvopastoriles es el nivel de sombra ejercido por los árboles y arbustos con densidades altas, afirmaciones que coinciden con Acosta (2001), citado por Laime (2001), indica que el estrato herbáceo tiene una baja densidad y producción de biomasa, especialmente de gramíneas atribuible al nivel de sombra producido por la alta densidad del estrato arbustivo alto dominante en el área.

El orden de importancia de acuerdo a la frecuencias, la clase diametral 2 ocupa el segundo lugar tiene mayores diámetros basales pero son de altura muy similar lo que facilita que puedan ser consumidas por el ganado como forraje de ramoneo y esto no incide de ninguna manera en el consumo de frutos ya que estos son consumidos mayormente del suelo frutos caídos.

Serrada (2008), indica que presencia masiva de individuos con la misma anatomía y fisiología establece una competencia entre ellos por: el agua a nivel del sistema radical; los nutrientes edáficos; por el espacio a nivel de las copas y sistema radical; y por la luz en sus órganos aéreos y no solo condiciona la cantidad de supervivientes, también afecta a su calidad, y esto en mayor medida conforme se incrementa la densidad. Spurr y Barnes (1982), citado por serrada (2008). Manifiestan que la competencia entre árboles de la misma especie no afectan a la composición de tipo forestal y, por lo tanto, no tiene efectos sobre la sucesión forestal, mientras que la competencia entre individuos de diferente especie, da como resultado la transformación natural de una

composición forestal a otra. Esto señala que la competencia intraespecífica es más fuerte que la interespecífica.

#### 4.2. Cobertura

Para la medición de esta variable importante, se consideró la proyección horizontal de la copa, para una mayor precisión se hizo la medición de dos secciones o diámetros de copa perpendiculares que fueron medidos de acuerdo a la posición geográfica N-S y E-O y de esa manera se pudo sacar un promedio de cada uno de los diámetros de copa de la especie en estudio. De los cuales se sacó las áreas de cada una de las copas mediante la fórmula:

$$\text{Area} = \pi * \frac{D^2}{4}$$

Para sacar el área total cubierta por las copas de la superficie de muestreo en m<sup>2</sup> se realizó una sumatoria de todas las áreas de copa de las 50 parcelas, y de esa manera por último se sacó porcentaje cubierto por la especie, que dio como resultado de 22,02 % de cobertura quedando el porcentaje restante para los espacios vacíos y algunas de otras especies presentes.

Comparando este valor obtenido con la escala de 1-5 propuesta por Braun Blanquet citado por Alcaraz (2013), se encuentra dentro del rango de 5-25% de cobertura, alcanzando según este mismo autor un grado de 2. Para Klucher citado por Mateucci y Colma (1982), el porcentaje de cobertura de la especie se encuentra en el 6 a 25% de cobertura alcanzando según este autor un grado de 3.

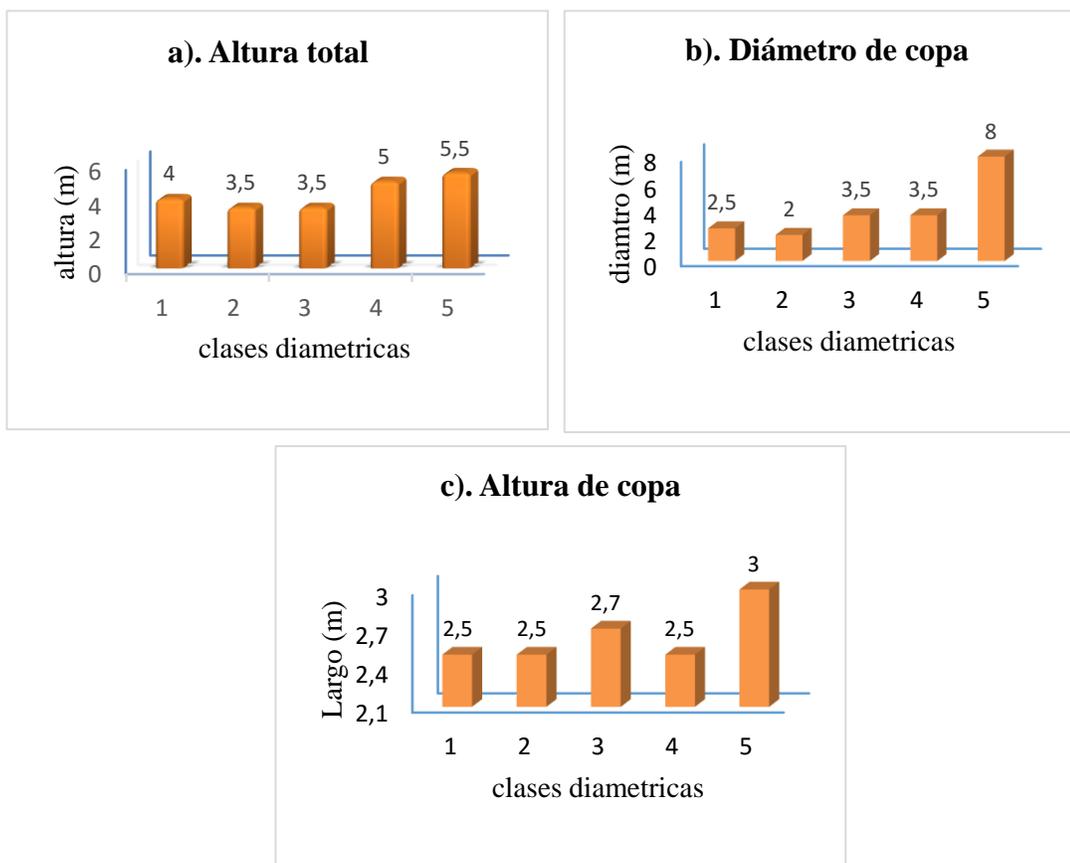
El resultado de cobertura encontrado en el presente estudio, es similar a lo expresado por Betancourt *et al* (2005) en un estudio de efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en Nicaragua determinándose promedios de coberturas definidas como bajas, con rangos desde 0 a 7%; y altas, con rangos desde 22 a 30%. El tiempo de pastoreo fue mayor cuando las vacas se encontraban en potreros con tratamiento de alta cobertura arbórea en relación a tratamientos de baja cobertura, lo cual demostraría que los árboles de sombra favorecen las tasas de consumo.

Algunos estudios reportan que la creación de un microclima bajo el dosel de los árboles Blackshaw y Blackshaw, (1994), Citado por Navas (2003). Tiene efectos positivos en la producción animal, explicados por cambios en el comportamiento y productividad de animales en pastoreo. Entre estos cambios se encuentran el incremento del tiempo dedicado a pastorear y rumiar, la disminución en los requerimientos de agua, el incremento de consumo voluntario, la disminución de la mortalidad de animales jóvenes (mejor condición corporal y producción de leche de las madres y mejor respuesta inmunológica a enfermedades), mejoras en el comportamiento reproductivo del hato (pubertad más temprana, mayor calidad de semen y menos pérdidas embrionarias) y por consiguiente, cambios en la producción bovina tanto en crecimiento como en producción de leche (Pezo e Ibrahim 1999).

### 4.3. Variables morfológicas por árbol tipo

En las figuras N° 3 a, b y c podemos apreciar el comportamiento de las diferentes variables dasométricas dentro de los 5 árboles seleccionados, en el cual se puede evidenciar (figura 3a) que conforme se incrementa el diámetro se registra una variación en la altura total lo cual coincide con Lucena (1993), citado por Cossio (2003). A excepción del árbol A1, lo cual puede ser atribuible a que esta fase de desarrollo la planta manifiesta un crecimiento longitudinal debido a la competencia por la luz y esto pudo haber influenciado en su crecimiento y no en la emisión de ramas, como se observa en los estados de crecimiento superiores árbol A2, A3, A4 y A5.

**Figura N° 3 Comportamiento de las variables dasométricas en los árboles de tipo a (altura total), b (diámetro de copa) y c (altura de copa).**



En lo que respecta a la longitud de la copa y diámetro de la copa (figura 3 b y c) se puede ver que existe variación en los diferentes estados de desarrollo favoreciendo a la disponibilidad de biomasa forrajera total para los animales y de esta forma se incrementa el aprovechamiento de la producción de frutos total disponible por planta ya que son consumidos desde la planta y del suelo. En la producción de follaje gran parte de la misma se registra fuera del alcance del ganado, lo cual se constituye en una limitante para el ramoneo por exceder la altura de 1.70 m. desde el nivel del suelo.

#### **4.4. Generación de modelos matemáticos para estimar la biomasa forrajera de la especie**

Para generar modelos matemáticos se utilizó el programa **Curva Expert 1.3.**, el mismo que se lo aplica a este tipo de trabajo.

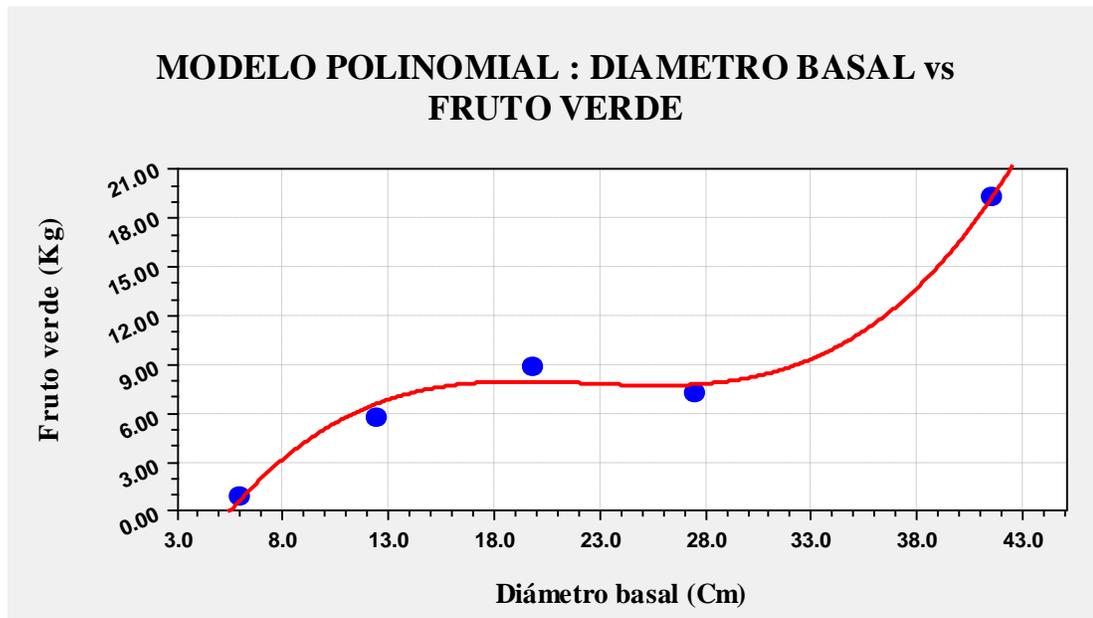
Para elegir un modelo matemático es necesario tomar en cuenta que tengan un buen ajuste y deben estar relacionados al tipo de trabajo al que serán aplicados, porque no se puede tomar un modelo matemático al azar. Se debe tener presente que el valor asignado de los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) en los modelos matemáticos deben ser cercanos al cien por ciento para su mayor confiabilidad en el rechazo o su aceptación. Paiz (2001).

##### **4.4.1. Resultados de biomasa de fruto y follaje aplicados a los modelos matemáticos**

Se realizó el pesaje de la biomasa total de fruto y follaje de los 5 árboles seleccionados, los cuales fueron procesados, donde los resultados que se obtuvieron fueron sometidos al programa **Curva Expert 1.3.**, para generar los modelos matemáticos más confiables para las variables de cada árbol seleccionado (diámetro basal, altura total y número de anillos).

Se probaron varios modelos en este caso se tomó el modelo que tuvo mejor ajuste con un coeficiente de determinación más próximo a 1 comparando con los otros modelos estos no permitían un buen ajuste porque presentaron coeficientes de correlación con un porcentaje muy bajo, los cuales fueron descartados por su baja confiabilidad.

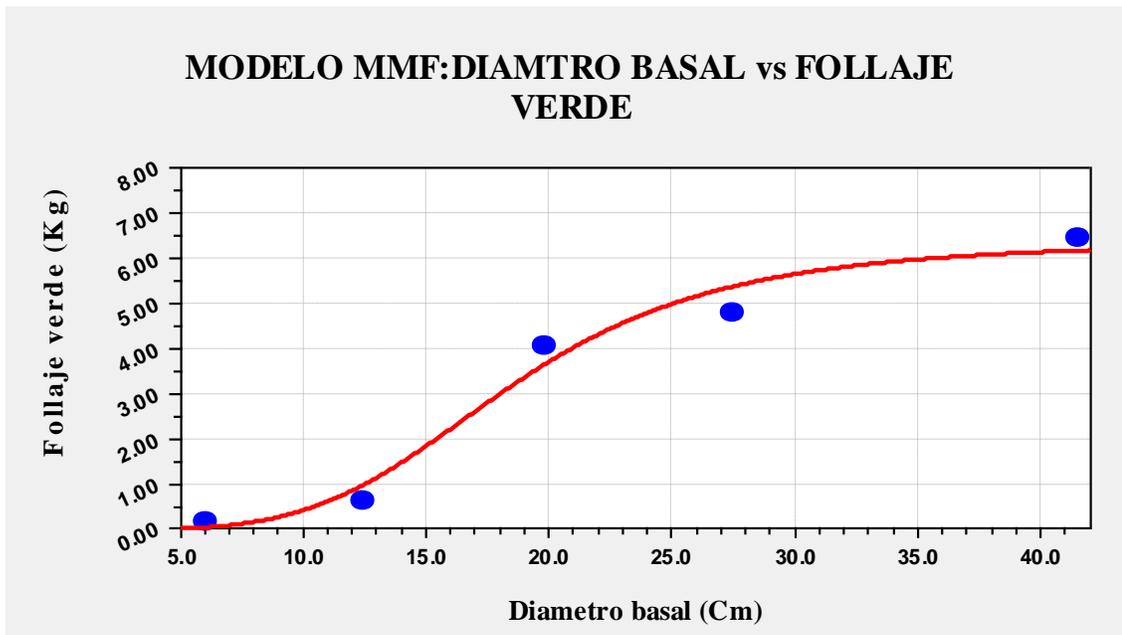
Figura N° 4 Ecuación ajustada al diámetro basal Relación peso verde de frutos.



<b>Donde:</b>	
<b>Y=BAR.</b>	$y = a + bx + cx^2 + dx^3$
<b>X=Categoría diamétrica</b>	<b>Standard Error:</b> 1.3443833
<b>a =</b> -11.365962	<b>Correlation Coefficient:</b> 0,9950276
<b>b =</b> 2.6804212	
<b>c =</b> -0.12193149	
<b>d=</b> 0.0018099469	

Esta ecuación que se ajustó de acuerdo a la variable diámetro basal Relación peso verde de los frutos, se observa que la gráfica presenta una forma ascendente, con un coeficiente de correlación de 0.99 y un error estándar de 1,34 lo que representa la biomasa verde de los frutos de las 5 clases diamétricas de muestra a través de una ecuación de 2<sup>do</sup> orden (cuadrático).

Figura N° 5 Ecuación ajustada al diámetro basal Relación peso verde de hojas.

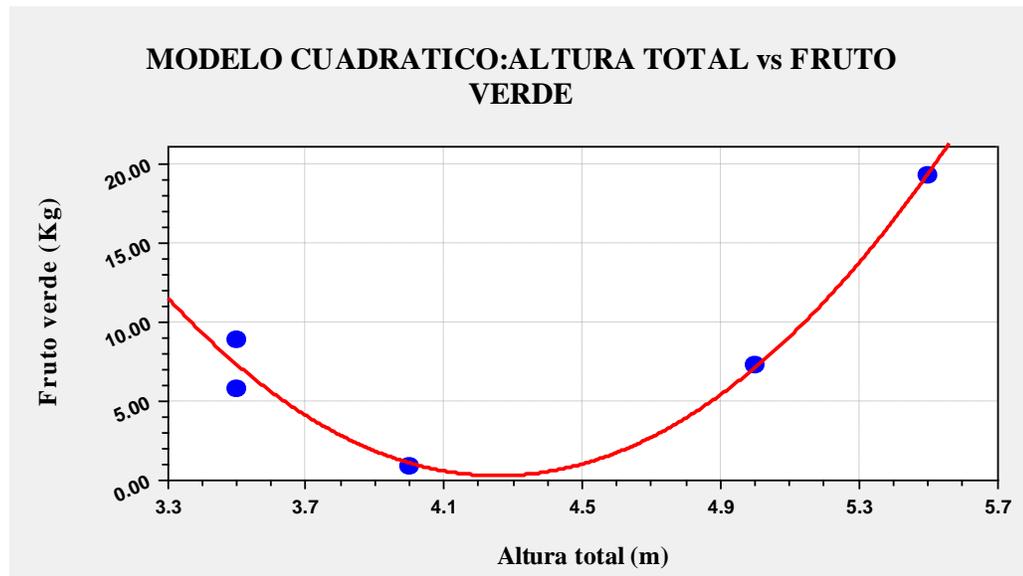


<b>Donde:</b>
<b>Y=BAR.</b>
<b>X=Categoría diamétrica</b>
<b>a =</b> -0.020418028
<b>b =</b> 254056.13
<b>c =</b> 6.3703788
<b>d=</b> 4.2677026

$y=(a*b+c*x^d)/(b+x^d)$
<b>Standard Error:</b> 0.6133641
<b>Correlation Coefficient:</b> 0.9901643

La gráfica representa la ecuación en base a la variable independiente que es el diámetro basal a 30 cm sobre el nivel del suelo Relación peso verde de las hojas, de los arboles muestreados presenta una forma ascendente casi uniforme; lo que representa el valor total de la biomasa verde de las hojas de los arboles muestreados, el coeficiente de correlación es de 0.99 y el error estándar de 0,61

Figura N° 6 Ecuación ajustada a la altura total Relación peso verde de frutos.



<b>Donde:</b>
<b>Y=BAR.</b>
<b>X=</b> Altura total.
<b>a</b> =222.46667
<b>b</b> =-104.43
<b>c</b> =12.273333

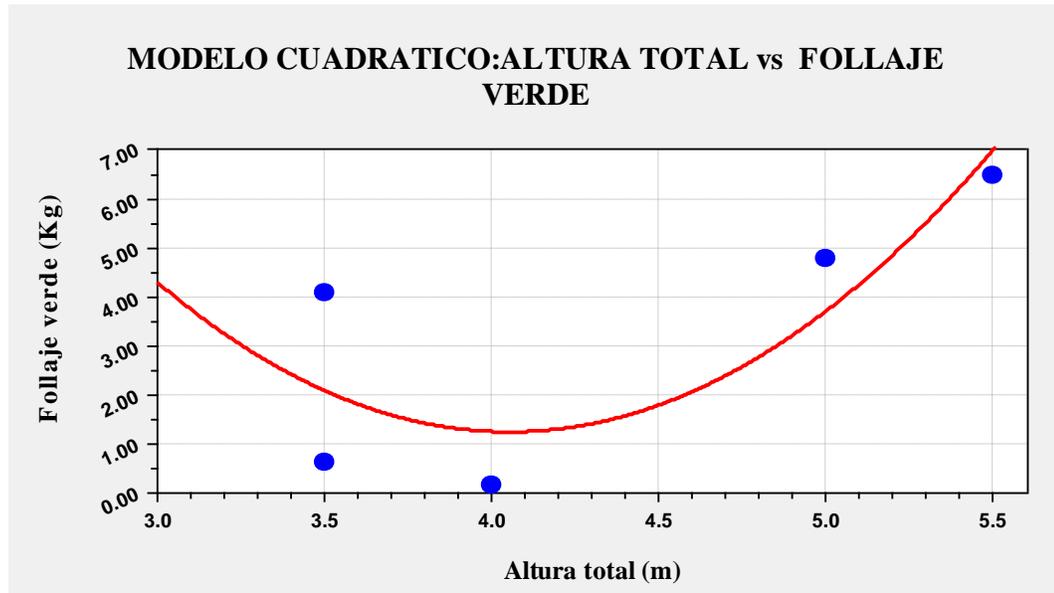
$$y=a+bx+cx^2$$

<b>Standard Error:</b> 0.7651005
----------------------------------

<b>Correlation Coefficient:</b> 0.9801006
---

Para la variable independiente altura total Relación peso de frutos, el modelo cuadrático fue el que mejor lo represento con un alto coeficiente de correlación de 0.98 y el error estándar de 0,77 muy bajo. Por lo tanto el ajuste de este modelo es muy aceptable.

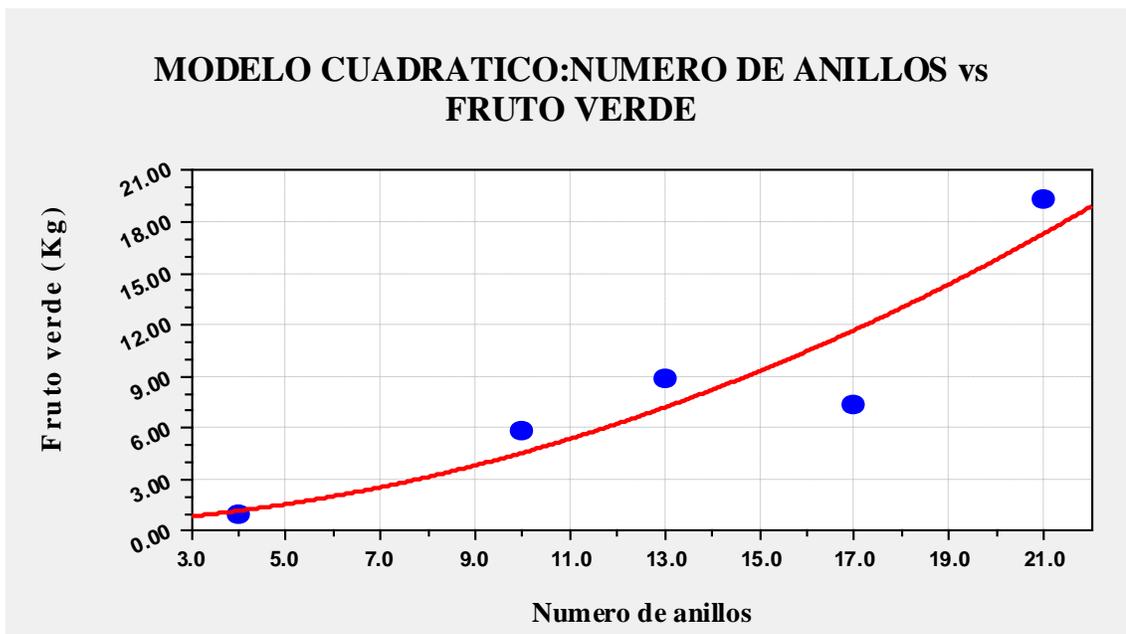
Figura N° 7 Ecuación ajustada a la altura total Relación peso de hojas verdes.



<b>Donde:</b>	$y=a+bx+cx^2$
<b>Y=BAR.</b>	<b>Standard Error: 2.0888816</b>
<b>X=Altura total.</b>	<b>Correlation Coefficient: 0.8404108</b>
<b>a =46.432982</b>	
<b>b =-22.293684</b>	
<b>c =2.7501754</b>	

La gráfica representa la ecuación en base a la variable independiente que es la altura total basal Relación el peso verde de las hojas de los árboles muestreados, el coeficiente de correlación es de 0.84 y el error estándar de 2,09.

**Figura N° 8 Ecuación ajustada al número de anillos Relación peso verde de frutos.**

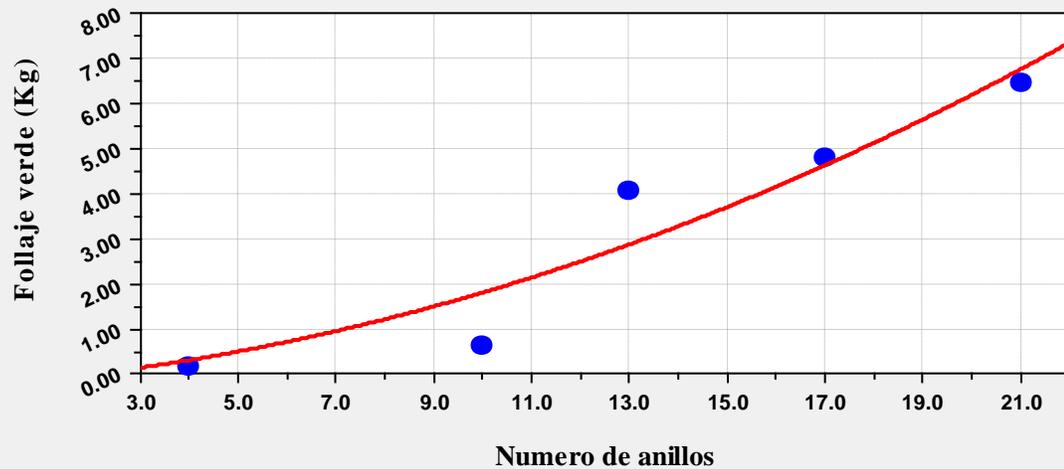


<b>Donde:</b>	$y=a+bx+cx^2$
<b>Y=BAR.</b>	<b>Standard Error:</b> 3.0402632
<b>X=número de anillos</b>	<b>Correlation Coefficient:</b> 0.9408950
<b>a =</b> 0.29398676	
<b>b =</b> 0.076768282	
<b>c =</b> 0.03498142	

Esta ecuación que se ajustó de acuerdo a la variable número de anillos Relación peso verde de los frutos, se observa que la gráfica presenta una forma de recta ascendente a excepción del árbol 4 que registra un menor peso que el árbol 3, con un coeficiente de correlación de 0.94 y un error estándar de 3,04 a través de una ecuación de 2<sup>do</sup> orden (cuadrático).

**Figura N° 9 Ecuación ajustada al número de anillos Relación peso verde de hojas.**

### MODELO CUADRATICO:NUMERO DE ANILLOS vs FOLLAJE VERDE



<b>Donde:</b>
<b>Y=BAR.</b>
<b>X=número de anillos</b>
<b>a = -0.2218022</b>
<b>b = 0.084825114</b>
<b>c = 0.011819883</b>

$$y=a+bx+cx^2$$

<b>Standard Error: 1.0027203</b>
----------------------------------

<b>Correlation Coefficient: 0.9599630</b>
---

La gráfica representa la ecuación en base a la variable independiente número de anillos. Relación el peso verde del follaje de los arboles muestreados, la gráfica presenta una forma ascendente, el coeficiente de correlación es de 0.96 y el error estándar de 1,00.

#### 4.4.2. Resumen de los modelos alométricos de las variables del árbol y peso verde de forraje para la especie de estudio.

A continuación en el cuadro n° 7 se muestran los valores de las variables elegidas y el peso verde de los 5 árboles representativos de la especie, para lo cual el modelo alométrico de producción es el más representativo, en base al programa estadístico para la especie.

**CUADRO N° 7 RESUMEN DE LOS MODELOS ALOMÉTRICOS**

VAR. DEP.	MODELO	VAR. INDE.	R <sup>2</sup>	E.S.
PVF	$Y = a + bx + cx^2 + dx^3$ a = -11.365962 b = 2.6804212 c = -0.12193149 d = 0.0018099469	D.Basal <sub>0,30</sub>	0.9950276	1,3443833
PVH	$Y = (a * b + c * x^d) / (b + x^d)$ a = -0.020418028 b = 254056.13 c = 6.3703788 d = 4.2677026	D.Basal <sub>0,30</sub>	0.9901643	0.6133641
PVF	$Y = a + bx + cx^2$ a = 222.46667 b = -104.43 c = 12.273333	HT	0.9801006	0.7651005
PVH	$Y = a + bx + cx^2$ a = 46.432982 b = -22.293684 c = 2.7501754	HT	0.8404108	2.0888816
PVF	$Y = a + bx + cx^2$ a = 0.29398676	NA	0.9408950	3.0402632

VAR. DEP.	MODELO	VAR. INDE.	R <sup>2</sup>	E.S.
	<b>b</b> = 0.076768282 <b>c</b> = 0.03498142			
<b>PVH</b>	$Y = a + bx + cx^2$ <b>a</b> = -0.2218022 <b>b</b> = 0.084825114 <b>c</b> = 0.011819883	<b>NA</b>	0.9599630	1.0027203

PVF: peso verde de frutos, PVH: peso verde hojas, HT: altura total, NA: número de anillos

En este cuadro se resumen los modelos alométricos de las variables independientes, ante la variable dependiente donde R<sup>2</sup> es el valor del coeficiente de correlación que debe ser lo más próximo a la unidad para tener mayor significancia, el error estándar es el error que se tiene en la variable dependiente, es decir en los pesos verdes de los frutos y las hojas, este error puede ser positivo o negativo; es más significativo cuando es más próximo a cero.

#### 4.5. Producción de biomasa en kg/ha para la época seca.

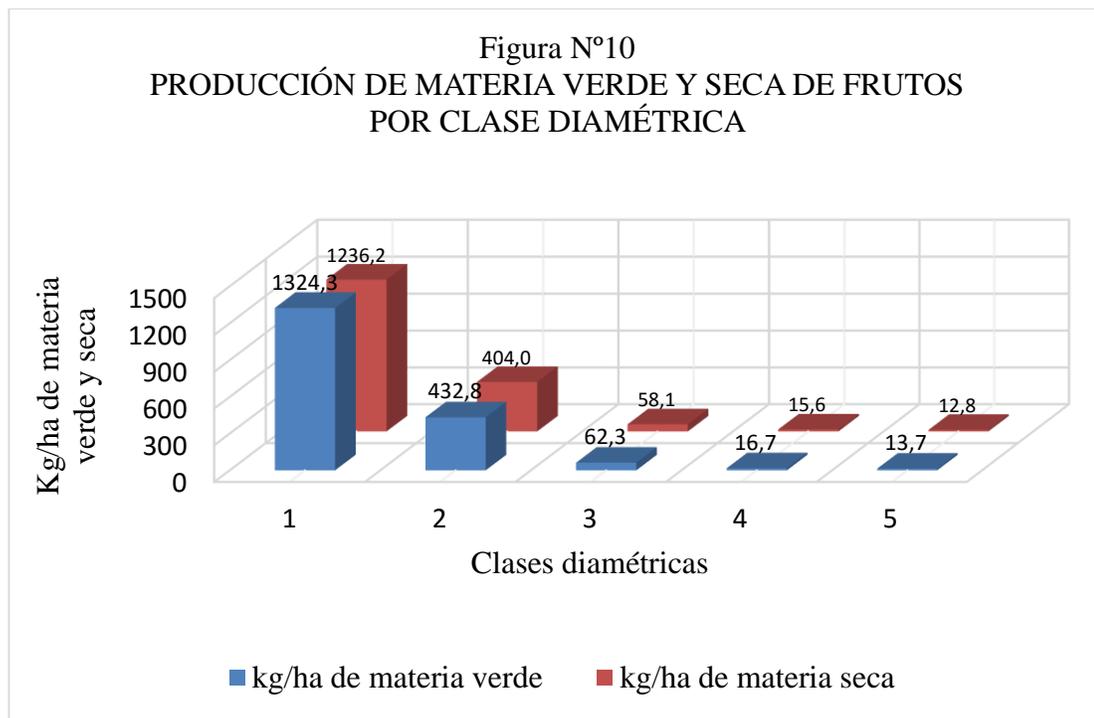
La biomasa de la especie *Acacia aroma* en el área de estudio de la comunidad de Santa Clara, se calculó a través de las ecuaciones de regresión de mejor ajuste, obtenidas con la combinación de métodos destructivos, encontrando una ecuación para cada variable dependiente (frutos y hojas), el procedimiento ver en (Anexo N° 7 y 8).

De acuerdo al menor error estándar (E.S.) y el mejor coeficiente de correlación ( $R^2$ ), se eligieron los mejores modelos alométricos, resultando el modelo polinomial de mejor ajuste para el diámetro basal y el peso verde de los frutos, cuyo modelo se muestra en el cuadro N° 8 (ecuación N°1). Para el diámetro basal y el peso verde de las hojas el modelo mmf es el de mejor ajuste, se encuentra en el cuadro N° 8 (ecuación N° 2)

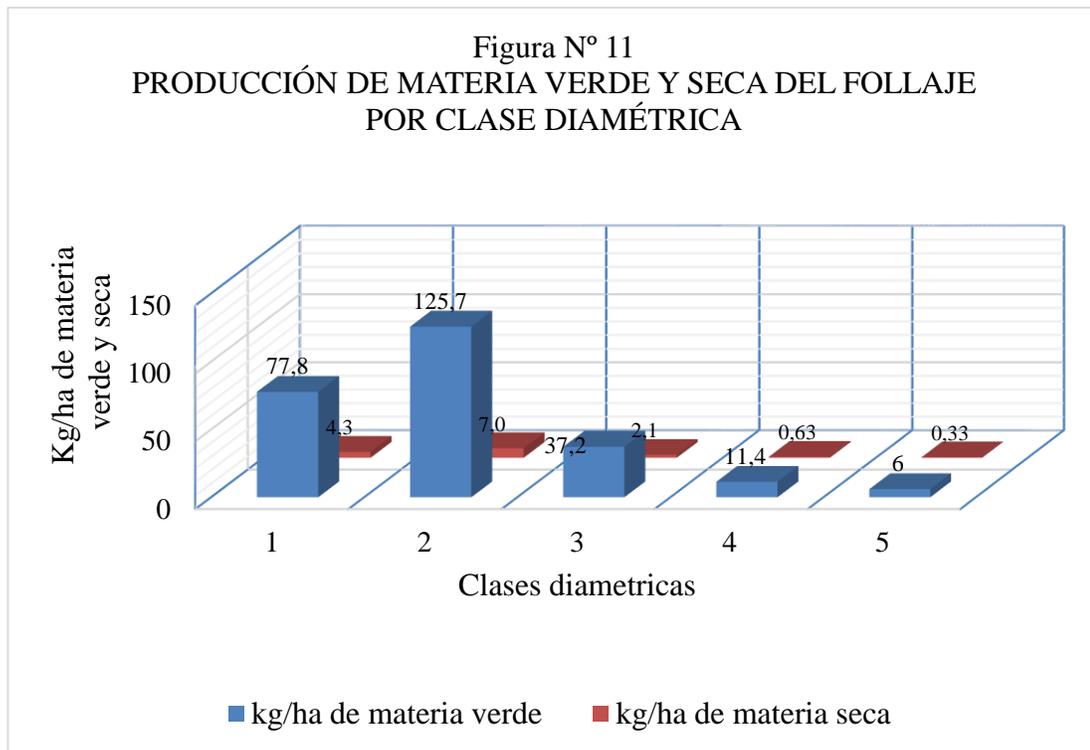
**Cuadro N° 8 Modelos alométricos mejor ajustados**

N°	VAR. DEP.	MODELO	VAR. INDE.	R <sup>2</sup>	E.S.
1	Frutos	$Y = -11.366 + 2.6804x - 0.1219x^2 + 0.0018x^3$	Diámetro basal	0.995	1,3443
2	Hojas	$Y = (-0.02 * 254056.1 + 6.37 * x^{4.3}) / (254056.1 + x^{4.3})$	Diámetro basal	0.990	0.6133

El contenido de materia seca de los frutos es de 93,35% y 1849,7 kg/ha de biomasa verde, obteniéndose una producción total de 1726,7 kg/ha de materia seca y el contenido de materia seca del follaje de la especie en estudio es de 5,57% y 258,1 kg/ha de biomasa verde obteniendo una producción total de 14,4 kg/ha de materia seca, valores obtenidos de la aplicación de las ecuaciones para la estimación de la biomasa, obtenidas en el presente trabajo. El rendimiento de biomasa verde y materia seca por clase diametral se muestran en la figura 10 y 11.



En esta figura se puede observar que los resultados obtenidos reflejan que la acumulación de biomasa verde y seca es más abundante en la clase diamétrica 1 y 2, teniendo como menor abundancia la clase diamétrica 3, 4 y 5 correspondiente a la producción de materia verde y seca de frutos por clase diamétrica. Esto se debe a que las clases diamétricas menores los individuos se encuentran en mayor cantidad por lo tanto existe una mayor producción de biomasa verde y de materia seca y en las clases diamétricas mayores la producción es baja porque existe un número muy reducido de plantas.



La figura anterior nos muestra que el contenido de materia verde y seca fue mayor a la clase diamétrica 2, esto se debe a que en esta clase los árboles tienen una elevada producción de follaje a diferencia de la clase 1 aunque tiene mayor número de individuos se encuentra en el segundo lugar debido a su baja producción de follaje, sin embargo supera de una manera muy elevada a las demás clases diamétricas 3, 4 y 5 que tienen muy poca participación.

#### 4.6. Composición bromatológica.

En los Cuadros 8 y 9 se presentan los resultados del análisis de la composición bromatológica de frutos y hojas de la especie *Acacia aroma*. Los valores de Calcio (Ca) oscilaron entre 0,44% en frutos y 0,79% en hojas, Según la NRC (1981), citado por Rengifo (2012). Los niveles de calcio de un buen material forrajero deben estar por el orden del 0,65%, esto significa que las especie *Acacia aroma*, en los frutos no cumple con esta condición pero se ubican en el nivel muy próximo, en el caso de las hojas su nivel de calcio se encuentra ubicado por encima de este valor.

Para el caso particular del fósforo (P), se tiene que los valores se encuentran entre 0,15% en frutos y el 0,24% en hojas presentando el valor más bajo en los frutos, Casado *et al.* (2001). Indica que Los contenidos de fósforo reportados para frutos de especies leñosas en bosques deciduos y semideciduos son muy variables, valores que oscilan entre el 0,18 y 0,70% y Ceconello *et al.* 2003, valores que van desde el 0,08 al 0,32%. Sin embargo Baldizán *et al.* (2000), afirma que las especies leñosas suelen ser bajas en fósforo.

La NRC (2000), citado por Rengifo (2012). Señala que en bovinos de carne, el requerimiento mínimo de fósforo total para animales jóvenes en crecimiento es de 0,22% y para animales en lactación 0,25%. En bovinos de leche, los requerimientos son de 1,83 g de fósforo/kg de leche (3,5% grasa), y la cantidad necesaria para mantenimiento es de 13 g de fósforo/día para una vaca de 450 kg de peso. Los valores de fosforo obtenidos en las hojas de la especie estudiada, reflejan que este material contiene un buen aporte de este elemento para la alimentación del ganado vacuno durante los meses de sequía.

Los valores obtenidos para la fracción ceniza, mostraron valores con niveles medios con poca diferencia entre frutos y hojas, el menor valor le corresponde a los frutos 3,07 % y el mayor valor 4,27 en las hojas. Cenizas es el total de todos los minerales contenidos en los frutos y hojas de la especie. Este término se usa para descubrir el residuo dejado por dichos minerales después que el material comestible ha sido quemado.

Los resultados del contenido de proteína total encontrados en la especie *Acacia aroma* reportan que las hojas y frutos poseen un alto contenido de proteína total en frutos 10,98% y 19,04% en hojas, el valor de los frutos es similar *Ruprechtia triflora griseb.* Y en las hojas con valores superiores a esta especie. Habitante de la región chaqueña que el contenido de proteína total es de 11,04 % (Laime, 2001). Por lo que se puede decir que la especie bajo estudio (*Acacia aroma*), es una alternativa muy importante en el desarrollo de la ganadería como fuente proteica vegetal para el ganado bovino.

**Cuadro N° 9 Valores nutricionales de los frutos de la especie *Acacia aroma*.**

Parámetro	Técnica	Unidad	Muestra 1 737 FQ 640	Aporte nutritivo
Calcio total	SM 3500 Cu B	mg/100 g	442	0,44
Cenizas	NB 075-74	%	3,07	3,07
Fosforo total	SM 4500 PD	mg/100 g	150	0.15
Materia seca	MB 074-2000	%	93,35	93,35
Proteína total (N)	NB 466-81	%	10,98	10,98

Fuente: elaboración propia con resultados del CEANID, 2014

Técnica:

NB= Norma Boliviana; SM=Standard Methd

El contenido de proteína total de las hojas tiernas es muy superior al valor proteico de los frutos esto significa que en nuestros resultados la especie *Acacia aroma* cumple con lo expuesto por: Díaz (1962), citado por Martín G. *et al* (2009). Evaluando leñosas en los Dptos. Trancas y Burreyacu de la Provincia de Tucumán, expresa que, “entre la vegetación arbustiva y arbórea que sirve de forraje al ganado, existe un predominio neto de las Leguminosas sobre las otras Familias.” y que “el valor nutritivo es en general mayor en el follaje que en los frutos. Con referencia a especies en particular, indica que *Acacia aroma* posee 15,18 a 16,18 % de PB, 25,50 a 29,81 % de FC y 5,23

a 5,74 % de M en hojas verde maduras. Esto comprueba que esta especie modifica sustancialmente su composición química en los diferentes periodos (desde hoja en brotación a hoja madura), por lo que esta condición debería tenerse en cuenta para planificar su mejor o más oportuno momento de consumo, que es en el periodo de brotación (hojas verdes tiernas).

**Cuadro N° 10 Valores nutricionales de las hojas de la especie *Acacia aroma*.**

Parámetro	Técnica	Unidad	Muestra 2 738 FQ 641	Aporte nutritivo
Calcio total	SM 3500 Cu B	mg/100 g	796	0,79
Cenizas	NB 075-74	%	4,27	4,27
Fosforo total	SM 4500 PD	mg/100 g	242	0,24
Materia seca	MB 074-2000	%	5,57	5,57
Proteína total (N)	NB 466-81	%	19,04	19,04

Fuente: elaboración propia con resultados CEANID, 2014

Técnica:

NB= Norma Boliviana; SM=Standard Methd

El Cuadro N° 11 muestra que el valor nutritivo de la *Acacia aroma* tanto de fruto como de hoja sus valores nutricionales son comparables a los que la literatura nos indica con relación a leguminosas como de la cascarilla del algodón y del tallo y hoja de la alfalfa como de las gramíneas en este caso del pasto bermuda Mórrison F. (1977).

**Cuadro N° 11 Comparación de valores nutricionales.**

Especie	Aporte Nutritivo				
	Ms	Ca	Cenizas	P	Proteína total
Algodón cascarilla	90,7	0,14		0,07	3,9
SS alfalfa	92,7	1,5		0,35	13,6
Pasto bermuda	90,6	0,37		0,19	3,7
<i>Acacia aroma</i> (Frutos)	93,35	0,44	3,07	0,15	10,98
<i>acacia aroma</i> (Hojas)	5,57	0,79	4,27	0,24	19,04

Fuente: Elaboración propia

Para Kass *et al* (1993), quizá el alto contenido de proteína ha sido el atributo que más se ha destacado en el follaje de las leñosas perennes. Lo que coincide con las comparaciones realizadas en nuestro análisis donde *Acacia aroma* tiene mayor contenido de proteína que el pasto bermuda.

El follaje de numerosas especies de árboles y arbustos puede mejorar la calidad de las dietas tradicionalmente usadas para la alimentación de animales, el contenido en proteína cruda de este follaje generalmente duplica o triplica al de los pastos. La presencia de estos follajes en las dietas incrementa significativamente la producción de leche y las ganancias de peso de los animales (Benavides, 1999).

**Cuadro N° 12 Necesidades nutritivas del ganado.**

Especie	Parámetros	Necesidades	Aporte nutritivo <i>Acacia aroma</i>	
			Frutos (%)	Hojas (%)
Bovino de carne (300 kg) peso vivo.	M.S.	7 kg	93,35	5,35
	Ca %	0,24	0,44	0,79
	P %	0,20	0,15	0,24
	P.T.%	16	10,98	19,04

Fuente: Romero 2014

Por lo expuesto anteriormente se puede indicar que la especie *Acacia aroma* suple las necesidades nutritivas del ganado bovino y de esa manera puede ser considerada como una alternativa de forraje ya que los frutos y hojas de la especie contienen cantidades importantes de proteína, calcio y fósforo por lo que constituyen una buena fuente de alimentación para bovinos que pastorean durante los periodos secos en la zona de estudio.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- *Acacia aroma* Gill ex H.et A., por sus características cuantitativas presenta una abundancia de 401 ind/ha, cobertura de 22.02% y los parámetros de calidad nutricional en frutos, presenta valores de: (Ca) 0,44%, (P) 0,15%, (CN) 3,07%, (MS) 93,35% y (PT) 10,98%; en hojas presenta valores de: (Ca) 0,79%, (P) 0,24%, (CN) 4,27%, (MS) 5,57% y (PT) 19,04% por lo tanto puede ser considerada como una especie forrajera de importancia.
- Todos los modelos encontrados presentaron coeficientes de determinación ajustados satisfactorios entre 0.95 y 0.99, pudiendo decir entonces que las variables independientes usadas en cada función explican de buena forma la variación de la variable dependiente (biomasa).
- Los modelos diámetro basal vs peso verde de los frutos:  $Y = a + bx + cx^2 + d x^3$  y  $R^2$  de 0.99 y diámetro basal vs peso verde de hojas:  $Y = (a * b + c * x^d) / (b + x^d)$  y un  $R^2$  de 0.99 han permitido obtener ecuaciones de estimación de la biomasa forrajera con un más alto grado de ajuste.
- Los bajos rendimientos en follaje (14,4 kg/ha) de materia seca de esta especie, lo limitan como árbol para la producción forrajera intensiva, pero tiene mayor producción en frutos (1726,7 kg/ha) y contiene cantidades muy importantes de proteína, calcio y fósforo por lo que constituyen una buena fuente de sustratos alimenticios para rumiantes que pastorean durante la temporada más crítica.
- La producción de materia seca total del área de estudio de *Acacia aroma* en frutos es de 579.04 kg, equivale a 0,579 toneladas y en follaje 69430.607 kg, equivale a 69,43 toneladas.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Continuar estudiando las posibilidades de aprovechamiento de la especie *Acacia aroma* Gill ex H. et A. no sólo como especie forrajera sino también para otros usos por su representatividad en el ecosistema.
- Realizar un estudio de los valores nutricionales (Análisis bromatológico) de cada una de las especies forrajeras que se encuentran en el lugar de estudio y así manejar la nutrición de los animales.
- Aplicar la metodología empleada para estudio del potencial forrajero de otras especies arbóreas y arbustivas en la zona y en otras regiones con potencial forrajero.