



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA RIOJA

**DETERMINACION DE LA POTENCIALIDAD PARA
LA PRODUCCION CAPRINA EN DIFERENTES
ZONAS HOMOGENEAS EN LA REGION DE LOS
LLANOS DE LA RIOJA. CHACO ARIDO -
ARGENTINA**

Tesis presentada como requisito para optar al grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN DESARROLLO DE
ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS**

Autor

RAUL OMAR CACERES DIAZ

Director

DR. PATRICIO M. DAYENOFF

La Rioja – 2004

TUTORES

DR. MARIANO GRILLI
(ANÁLISIS DE IMÁGENES SATELITALES)

DR. JORGE GONNET
(ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN)

..... *A Kely,*

*por acompañarme en estos años, en los
que aprendimos a disfrutar de nuestro tiempo,
nuestras alegrías, nuestros sueños y nuestros
proyectos.*

Agradecimientos

- *A las Autoridades de la UNLAR, en nombre de su Rector Dr. Tello Roldán, que me permitieron estudiar, trabajar y devolverle a La Rioja algo de todo lo que recibí cuando elegí estudiar Ingeniería y esta Maestría en la Universidad.*
- *A las autoridades del CRILAR en nombre de su director Dr. David Gorla, quienes me permitieron trabajar en las instalaciones del CRILAR, usar el equipamiento y residir en sus instalaciones durante el proceso de análisis de las imágenes satelitales.*
- *Al Dr. Patricio Dayenoff y familia quienes me brindaron su amistad y apoyo permanente.*
- *A los Drs. Jorge Gonnet y Mariano Grilli quienes me orientaron en mi tarea científica.*
- *A mi familia de Jujuy que en la distancia siempre me alentaron a superarme.*
- *A Kely y Zarina que hoy ocupan un lugar importante en mi vida*
 - *A la Traductora M. A. Lic. Ana Paulina Peña Pollastri por su colaboración*

Indice

i- Tutores	i
ii - Dedicatoria	ii
iii- Agradecimientos	iii
iv- Indice	iv
v- Resumen	v
vi – Summary	vi
1- Introducción	1
2- Antecedentes	3
2.1- Chaco Arido	3
2.2- Planificación del Uso de la Tierra	8
2.3- Análisis de imágenes satelitales y de los SIG (Sistemas de Información Geográfico)	10
2.4- Modelos	13
2.5- La cabra y su ambiente	15
2.6- Hábito de pastoreo de la cabra	16
2.7- Ingesta caprina	19
3- Hipótesis	23
3.1- Objetivos	23
4- Material y métodos	24
5- Resultados y discusión	37
6- Conclusiones	64

7- Bibliografía	65
vii- Anexos	vii

Resumen

Este trabajo establece la potencialidad para la producción caprina en zonas homogéneas de vegetación, para Los Llanos de la provincia de La Rioja, que definen zonas de igual productividad caprina, para el uso del pastizal en forma extensiva, teniendo en cuenta, la composición botánica de la ingesta, la presencia y densidad de especies arbustivas y arbóreas forrajeras y la sostenibilidad del sistema.

A través de la interpretación de imágenes satelitales NOAA, tipo saci transformadas por índice verde (NDVI) de Los Llanos de La Rioja fueron analizadas con el Software IDRISI for Windows, se definieron 6 “sitios de entrenamiento” característicos.

El proceso de clasificación utilizado fue el Supervisado, usando el clasificador MINDIST del Software IDRISI for windows.

El muestreo de vegetación se hizo con parcelas de 3 m de ancho por 60 m de largo, con 40 unidades de muestreo por cada sitio de entrenamiento para cada zona homogénea identificada en gabinete; registrando presencia, densidad y altura de especies arbustivas y arbóreas de interés forrajero para el ganado caprino. Las parcelas se distanciaron 1.5 km, realizando dos lecturas a ambos lados de la ruta de acceso.

El índice de potencialidad para las diferentes zonas homogéneas se estableció en base al cálculo de la contribución de la densidad por especie presente en la ingesta caprina, que tuvo un valor acorde a la comparación con el índice generado en la zona patrón, siendo superior, igual o inferior a 100 que el valor de referencia medido en la zona patrón de Chamental.

Se procedió a realizar la prueba de Normalidad de los residuos de los índices de cada sitio de entrenamiento para una inferencia basada en una muestra, usando el estadístico de Shapiro-Wilks modificado, indicando que los índices no responden a una distribución normal con una probabilidad menor al $p < 0.01$ %, obtenido con el Software INFOTAT Versión 1.1

Se utilizó el test de Friedman para análisis de Varianza con pruebas No Paramétricas, para apreciar diferencias estadísticas significativas al nivel del $p < 0.01$ % para cada sitio de entrenamiento, existiendo diferencias

significativas entre el sitio de entrenamiento del Oeste con los otros tres (Sur, Norte y Sierra de Los Llanos), no así entre los Sitios denominados Norte, Sierra de Los Llanos y Sur, con una probabilidad $p < 0.01\%$.

Los mayores índices de NDVI se encontraron en la zona denominada Sierra de Los Llanos, la que a su vez es típica de la región de Los Llanos.

Los sitios de entrenamiento clasificados de menor a mayor NDVI, son: Salinas de Córdoba, Oeste, Norte, Chamental, Sur y Sierra de los Llanos. Existen dos zonas típicas que son las denominadas Salinas de Córdoba y Oeste.

Tomando a Chamental con índice de 100, las 6 zonas analizadas mostraron índices potenciales decrecientes para la producción caprina, siguiendo el orden que se detalla a continuación: Sierra de Los Llanos 49.4; Norte, 47.1; Sur, 38.6 y Oeste 4.9, Salinas de Córdoba (no se analizó).

Es posible a través de la identificación y densidad de las especies arbustivas y arbóreas consumidas por el caprino establecer un modelo que identifique la potencialidad de una zona dada para producir cabritos en condiciones extensivas en Los Llanos de La Rioja.

Palabras Clave: Chaco Arido, pastizal natural, SIG, NDVI, zonas homogéneas, caprinos

Summary

This research project determining goat-farming potentiality in homogeneous vegetation regions in "Los Llanos", plain arid lands in the province of La Rioja, Argentine Republic. Similar goat productivity regions are defined within the area, in which grasslands can be used extensively considering goat feeding requirements and shrub and tree forage species presence density and sustentability of system.

NOAA satellite images saci type NDVI-transformed of Los Llanos in La Rioja were interpreted using IDRISI for Windows, and six characteristic "sampling sites" were defined.

Classification was performed by using the Supervised process and IDRISI for Windows MINDIST classifier.

Vegetation sampling was performed on 3-metre wide 60 metre long plots including 40 sampling units in each sampling site for each homogeneous region identified. The presence and density of shrub and tree species suitable for goat forage were recorded in the process. Plots were 1.5 kilometres apart and two readings were recorded on both sides of the access road.

A potentiality index for the various homogenous regions was calculated in terms of the density per forage species in goat feeding in relation to (higher than, equal to or lower than) a standard index measured in the region of Chamental, which was given the value of 100.

A normality test was performed on the index residues for each sampling site to obtain a sample-based inference by means of the modified Shapiro-Wilks statistical method. Results, obtained by means of INFOSAT Statistical Package 1.1, show that indexes are not normally distributed with a probability lower than $p < 0.01\%$.

Friedman test was used to perform a non-parametric variance analysis in order to observe statistically significant differences at $p < 0.01\%$ for each sampling site. Statistically significant differences were found between the Western sampling site and three others (Southern, Northern and Los Llanos Mountain Range), whereas non-statistically significant differences were found among the Northern, Los Llanos Mountain Range and Southern sites, where probability was equal to or lower than $p < 0.01\%$.

The highest NDVI indexes were observed in Los Llanos Mountain Range region, which is typical of Los Llanos arid region.

Sampling sites classified from lowest to highest NDVI are Salinas (Salt Marshes) in Córdoba, Western, Northern, Chamental, Southern and Los Llanos Mountain Range. There are two typical regions: Salinas (Salt Marshes) in Córdoba and Western in La Rioja.

Considering that Chamental was assigned the standard index 100, the four regions analyzed featured the following decreasing potentiality indexes for goat farming: Los Llanos Mountain Range, 49.4, Northern, 47.1, Southern, 38.6, and Western, 4.9.

By identifying type and density of shrubs and trees eaten by goats, it is possible to draw a model identifying a region's potentiality for young goat extensive farming in Los Llanos arid region in the province of La Rioja, Argentine Republic.

Keywords: Chaco Arido, natural grassland, SIG, NDVI, homogeneous regions, goat

Anexos

Figura N° 1: Sitios de Entrenamiento en donde se tomaron las muestra de vegetación. Coordenadas Geográficas (Latitud y Longitud)

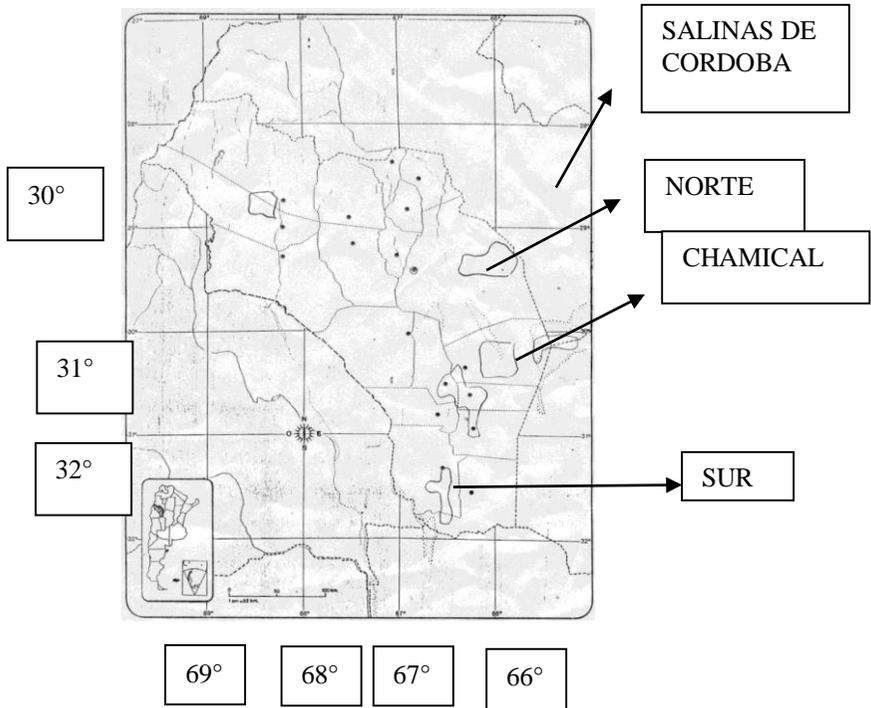


FIGURA Nº 2
ISOHIETAS ANUALES EN EL CHACO ARIDO

Tomado de Morello 1973

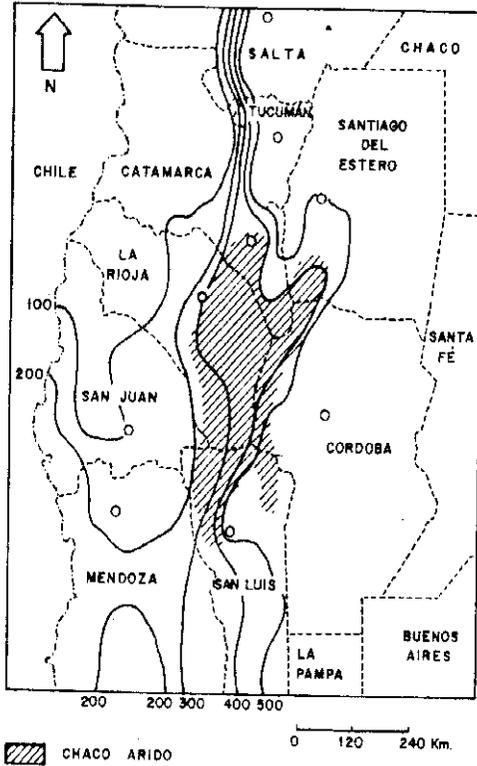
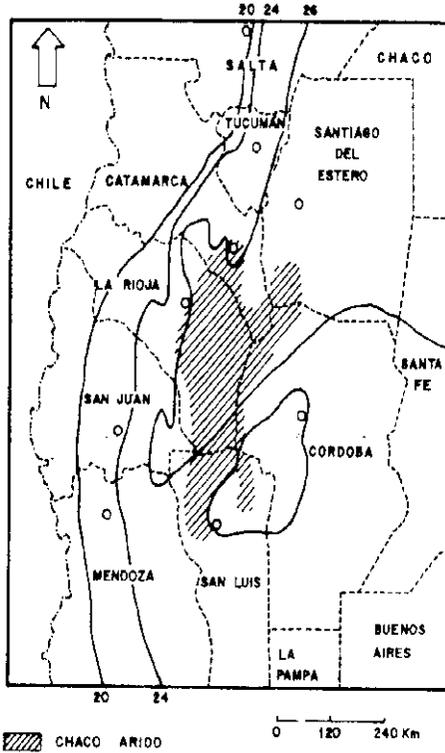


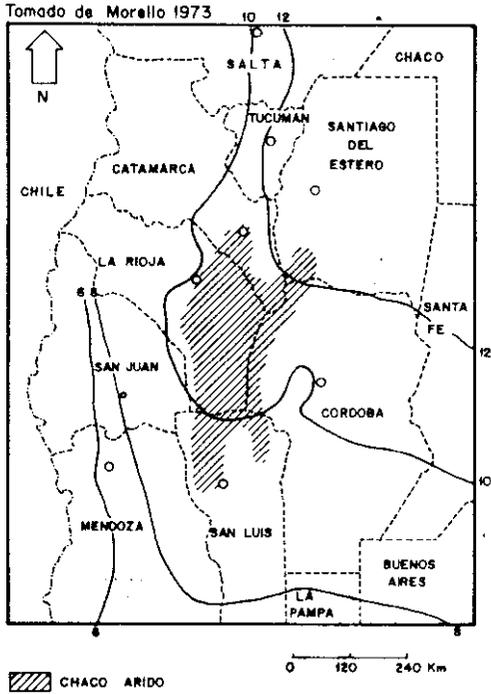
FIGURA N° 3
ISOTERMAS DE ENERO EN EL CHACO ARIDO

Tomado de Morello 1973



Las isotermas son sin reducir a nivel del mar

FIGURA Nº 4
ISOTERMAS DE JULIO EN EL CHACO ARIDO



1- Introducción

La fisiografía de una región, suelo y la cantidad y distribución de precipitación anual generan sitios de pastizal natural definidos en base a su potencial para producir vegetación natural. El sobreuso de estos ambientes por las actividades humanas tales como la sobreexplotación forestal y sobrepastoreo animal provocan la disminución de la capacidad sustentadora de ese ambiente.

El uso del pastizal natural en la región denominada Chaco Árido se basa en la explotación ganadera extensiva de caprinos y bovinos, con razas adaptadas a las condiciones extremas de esta región árida cálida, con una oferta forrajera de calidad estacional, compuesta por herbáceas latifoliadas, gramíneas, arbustivas y arbóreas adaptadas a ambientes con déficit de humedad.

Los productores de la región del Chaco Arido realizan la explotación caprina orientada a la producción

de carne (cabritos lechales) con muy baja incorporación de tecnologías; siendo una explotación de fuerte base empírica, pastoreando los animales libremente, no ajustando la carga caprina en función de la oferta forrajera ni requerimientos según el estado fisiológico del animal.

La producción caprina es un componente fundamental en el sistema de explotación animal del Pequeño Productor Ganadero del Chaco Árido, que genera ingresos económicos estacionales a la familia y proteína de origen animal para el autoconsumo local.

La información científica disponible hasta el presente permite afirmar que la posibilidad de desarrollo del sistema de producción caprino del pequeño productor ganadero del Chaco Árido, a través de la incorporación de la tecnología disponible y del manejo racional con criterios de sostenibilidad, es posible a corto plazo; lo que permitiría un incremento en los ingresos económicos del productor y un aumento en el nivel de vida del habitante rural.

Este trabajo establece la potencialidad para la producción caprina en zonas homogéneas de vegetación para el uso del pastizal en forma extensiva; teniendo en cuenta la composición botánica de la ingesta, la presencia y densidad de especies arbustivas y arbóreas forrajeras, su calidad y aporte de forraje.

2- Antecedentes

2.1- Chaco Árido

Díaz y Karlin (1987) dimensionan al Chaco Árido entre 5 a 8 millones de ha. Cabrera (1976) caracteriza a los suelos de la provincia chaqueña como generalmente sedimentarios, de origen fluvio-lacustre, formado por materiales finos: arena fina, limos y arcillas; en la zona occidental, son suelos rocosos-pedregosos; las sierras del Chaco Árido son caracterizadas como pertenecientes al distrito Chaqueño Serrano, formando un ecotono con las provincias de las Yungas y con el Monte.

Los Llanos de La Rioja y valles bajos de La Rioja y Catamarca son considerados de clima desértico tórrido subtropical. El invierno es suficientemente frío para cultivos criófilos (vid, olivo) el verano es muy cálido y se puede producir uvas de mesa, pasas de uva, algodón de fibra; abundan los sitios con inviernos benignos para citrus y hortalizas tempranas o tardías de acuerdo a lo mencionado por Papadakis (1974).

Lafón (1970), siguiendo a Papadakis, en su Mapa Ecológico de la República Argentina del año 1952, clasifica al clima de La Rioja como:

-Ci: Hay heladas, pero el invierno es lo suficientemente benigno para permitir el cultivo de citrus.

- G: Verano bastante largo y cálido para el cultivo del algodón.

- XX: Polixerofítica, en que el coeficiente anual de humedad es de 0,09 - 0,22.

- Mo: Monzón, el verano es mas húmedo que la primavera.

Es decir, el clima es: Invierno Ci; Verano G; Vegetación XX y lluvia tipo Mo.

Continuando con la descripción climática y ahora para la zona de Los Llanos de La Rioja y siguiendo el criterio de Papadakis, se considera que el verano es térmico, con temperaturas medias superiores a 20° C y que se extiende desde comienzos de octubre hasta mediados de abril; la temperatura media del mes mas cálido es de 27° C en enero y la del mes mas frío es de 10° C en julio. La temperatura máxima oscila alrededor de los 43° C y la mínima absoluta no pasa mas allá de los (-3° C), la amplitud térmica diaria y anual son características de un régimen continental y la evapotranspiración potencial alcanza valores superiores a los 1400 mm por año (Calella, 1986).

Este territorio natural toma en su heterogeneidad, la forma de gradientes o mosaicos de elementos que se reúnen en un patrón o modelo dado de acuerdo a lo mencionado por Morello *et al* (1973).

En tanto Calella (1986) describe a Los Llanos de La Rioja como una zona con límites geográficos formado por las Sierras Pampeanas de hasta 2000 metros de altura que encierran un sistema de cuencas arrecias con cursos de agua intermitentes (estacionales) y que participan de los procesos modeladores del ambiente.

Por otra parte, Papadakis (1974) describe a la distribución de los suelos de La Rioja siguiendo el modelo desértico: litosoles en las laderas, aluviales, serozems, salinos, alcalinos y médanos en los valles; suelos cubiertos con un pavimento desértico en los altiplanos y mesetas, muchos suelos son de origen volcánico (cenizas depositadas sobre las sierras).

Michelena (1996) menciona que debido a la escasez de las lluvias predominan los Aridisoles con poco desarrollo y bajo contenido de Materia Orgánica (< 1%). En Los Llanos de La Rioja predominan los Aridisoles de textura francolimosa, algo mejor estructurados que los suelos de montaña y valles intermontanos, estos, se alternan con Entisoles en el área Noroeste de Los Llanos, en sectores con médanos estabilizados naturalmente. En la

región de piedemonte dominan suelos característicos transicionales entre los ambientes de montaña y llanura.

Para Los Llanos de La Rioja, Calella y Corzo (1989) mencionan que por sus rasgos geomorfológicos es una región con un gran bolsón, encerrado por Sierras Pampeanas de mediana altura. Dentro de él, existen otras elevaciones del mismo origen pero mas bajas, que también intervienen activamente en el modelado del paisaje. Los procesos formadores del ambiente más importantes son:

- 1) Desagüe de ríos alóctonos de grandes cuencas ubicadas fuera del área de Los Llanos. Estos ríos aportan material fino formando los denominados “Barreales”.

- 2) Los desniveles producidos por las sierras determinan típicas formas de acumulación en relación al régimen torrencial de las corrientes superficiales, originadas en lluvias de corta duración y gran intensidad que al salir de la montaña forma los conos aluviales, cuyo tamaño está en relación con el área de la cuenca generadora y la litología del material de la misma.

3) Existe una unidad de relieve muy importante por la superficie que ocupa que corresponde a médanos fijados que seguramente se trató de un relicto de condiciones climáticas de una aridez considerablemente mayor a la actual. Luego, con el paso a una situación mas húmeda, las formas dunarias fueron desdibujadas por escurrimientos superficiales y estabilizadas por la vegetación.

Los sedimentos eólicos tuvieron origen en las salinas, barreales, conos aluviales, laderas de sierra, ríos (Calella y Corzo, 1989).

Por otra parte, el desmonte y habilitación de tierras para agricultura ha transformado violentamente el paisaje natural, impidiendo la recuperación natural de la vegetación (Ayerza, 1984).

La vegetación original o clímax estaba representada por gramíneas perennes de buen valor forrajero, asociada a una estructura forestal importante. A comienzos de siglo, con la introducción del ferrocarril, se

inicia el deterioro del ambiente por medio de la tala de bosques, seguido luego por la ganadería (Calella, 1986).

Díaz y Karlin (1987) mencionan a las especies leñosas arbóreas como los dominantes ecológicos del Chaco Árido, siendo los estabilizadores naturales del sistema, siendo mas importantes cuando mas árido es el ambiente.

En este sentido, Calella (1986) reseña que en la situación cercana al clímax, denominada condición buena puede mantenerse un bovino en 3 a 5 ha, con una producción de 1800 a 2500 kg de Materia Seca/ha/año, en pastizal natural, según la precipitación; en cambio, en la condición pobre se necesitan desde 25 hasta 40 ha/Unidades Ganaderas/año, con una producción entre 100 a 400 kg de MS/ha/año.

En tanto que Ferrando (1986) menciona para Los Llanos de La Rioja, en condición buena, una producción acumulada de Materia Seca entre 1000 y 2500 kg/M.S./ha en pastizal natural; en condición regular entre 400 y 1000

kg/M.S./ha y en condición pobre entre 100 y 400 kg/M.S./ha, existiendo amplias áreas ocupadas por “peladales” en el que la producción de gramíneas es prácticamente nula.

Morello *et al* (1973) caracterizan a la región denominada Chaco Árido por su expresión florística como una zona de profundo cambio de tipo estructural, acabándose el bosque como unidad de canopia continua. El tipo de vegetación lo caracteriza por un arbustal xerófilo subtropical continuo, con emergentes arbóreos de “quebracho blanco”. En las comunidades clímax las cactáceas son escasas, pero se hacen abundantes ante el pastoreo; lo mismo ocurre con comunidades subserales denominadas matorrales de *Acacia* y *Celtis* (Cabrera, 1976).

El piso arbustivo presenta tres componentes morfofuncionales: el micrófilo perennifolio (*Larrea cuneifolia* y *L. divaricata*), el afilo (*Cassia aphilla*) y el caducifolio (*Prosopis torquata*, *Mymozyanthus carinatus*), el piso de los pastos ofrece tres estructuras

morfo-funcionales: el perenne fasciculado (*Trichloris crinita*), el pasto anual (*Bouteloua sp.*) y las microgramíneas (*Microchloa indica*, *Tripogon spicatus*), identificándose mas de 80 especies vegetales (Morello *et al* 1973).

La zona denominada Los Llanos de La Rioja es quizá el exponente típico del Chaco Árido, tanto en sus características fisiográficas y climáticas como desde el punto de vista social y productivo y tiene como actividad productiva principal la ganadería extensiva, sustentada totalmente por pastizales naturales (Scopetta, 1994).

En Los Llanos de La Rioja se encuentra aproximadamente el 90 % de la ganadería bovina y caprina de la provincia de La Rioja y ocupa una superficie de aproximadamente 4,8 millones de ha, que representan un poco mas de la mitad de la superficie de la provincia de La Rioja (Calella y Corzo, 1989).

Michelena (1996) menciona que en el Noroeste de Los Llanos de La Rioja (Departamento Capital), el suelo

con predominio de textura franca a franco-limosa, se encuentra atravesando una degradación física que se manifiesta a través de encostramiento y compactación superficial por pisoteo de la hacienda.

Si se considera que en Los Llanos de La Rioja el 50 % de la superficie ganadera presenta una condición de vegetación pobre, con suelo desnudo, surge la enorme importancia que tienen los fenómenos de desertificación en la provincia, manifestada por una pérdida de productividad de los sistemas, originada por degradación física, química y biológica de los recursos naturales (Michelena, 1996).

Así también, Kimsa *et al* (1986) mencionan que en la región Norte de Los Llanos de La Rioja es posible detectar, a través de análisis de imágenes satelitales, un avance de la erosión, provocado por inadecuado aprovechamiento de la cubierta vegetal y otras actividades humanas.

Gomez *et al* (1993) comentan que es posible observar en grandes áreas de Los Llanos de La Rioja un proceso de deterioro del pastizal natural producto de la ganadería. Esta producción forrajera está sensiblemente disminuida en relación a la original medida por comparación de la Producción de Materia Seca en los fondos de potreros, alejados de las aguadas y zonas cercanas a la aguada.

Así también, es posible observar una modificación en el uso de la tierra, pasando del uso ganadero al agrícola en áreas localizadas en la zona de Los Llanos de La Rioja y del uso forestal al ganadero (tala de vegetación natural arbórea) en Los Llanos de La Rioja (Kimsa *et al* 1986).

Por otra parte, Matteucci y Colma (1982) mencionan que al realizar estudios de vegetación, esta, es la resultante de la acción de los factores ambientales sobre el conjunto interactuante de las especies que cohabitan en un espacio continuo. Refleja el clima, la naturaleza del suelo, la disponibilidad de agua y de nutrientes, así como los factores antrópicos y bióticos.

Así, Huss *et al* (1982), describen al “sitio” como un lugar de pastizal natural que se diferencia de otro en su potencial de producir una vegetación natural, producto de todos los factores edáficos y fisiográficos ambientales responsables de su desarrollo.

En este sentido, Donoso (1994) define al “sitio forestal” como un área de tierra y los factores climáticos, del suelo y factores bióticos que constituyen su medioambiente y que en conjunto determinan la capacidad del área para desarrollar árboles forestales u otro tipo de vegetación.

2.2- Planificación del Uso de la Tierra

La evaluación de las tierras se debe hacer como un estudio previo, con el objeto de caracterizar la tierra por su aptitud de uso aplicando la determinación de sus características, cualidades o atributos de sus constituyentes: suelo, clima, vegetación, relieve, hidrología y de ese modo utilizar cada sector de terreno de

la manera mas adecuada para su integridad. La “evaluación de la tierra” con un enfoque ecológico relaciona las cualidades de la tierra con las necesidades de vegetales y de animales, conocimiento que permitiría dar una adecuada utilización a la tierra (Luti, 1977).

Huss y Aguirre (1974), citado por Huss *et al* (1982), describen al Manejo de Pastizales como la ciencia y el arte de planificar y dirigir la utilización de las tierras de pastoreo, con el fin de alcanzar una producción ganadera máxima, sostenida y económica consecuente con la conservación y/o mejoramiento de los recursos naturales, relacionando: suelo, agua, vegetación, vida silvestre y recreación.

En estudios de regionalización ecológica, con propósitos de planificación y de gestión del ambiente, se suele emplear la vegetación como herramienta de diagnóstico por varias razones: es mas sensible que el suelo a la variación de los factores ambientales, es mas fácil de estudiar y, por último, su comportamiento está vinculado directamente a la productividad de la tierra. Esto da una idea mas clara de su potencialidad; por lo

tanto, la clasificación y cartografía de la vegetación no solo son de utilidad para la delimitación de zonas, sino también, para la evaluación de la tierra, ya sea con fines agropecuarios, forestales, urbanísticos o conservacionistas (Matteucci y Colma, 1982).

En tanto que para Anderson (1977), la utilización de los recursos vegetales tiene varias limitantes que hay que respetar, pero primero hay que definir cuales son esas limitantes y traducirlas en términos practicables al hombre de campo y a los gobiernos que emprenden planes de desarrollo ganadero en zonas de déficit hídrico.

Creque *et al* (1999) establecen, según la Sociedad para el Manejo de Pastizales Naturales de EEUU, el uso de los sitios ecológicos como la unidad fundamental para la evaluación de condición y tendencia en áreas de pastizal y la Sociedad para el Manejo de Pastizales (SRM) lo menciona como un área de tierra con el potencial para producir y sostener distintas clases y cantidades de vegetación bajo su particular condición de factores

medioambientales, particularmente clima, suelo y biota nativa asociada.

La capacidad de uso de los suelos entonces debe entenderse como el potencial de producción de los mismos, compatible con la mejora del medio, generando beneficios ecológicos, sociales y económicos máximos en comparación con otras actividades (Boza, 1997); respondiendo a usos mas convenientes desde el punto de vista ecológico y económico de las unidades territoriales y proteger el medio, de cambios de empleo o uso, que pueden ocasionar el deterioro del ambiente.

2.3- Análisis de imágenes satelitales y de los SIG (Sistemas de Información

Geográfico)

Kimisa *et al* (1986) mencionan que para analizar las posibilidades de aprovechamiento de una zona con condiciones adversas y llevar a cabo un programa de uso racional de sus recursos, la interpretación sistemática y

multitemporal de la información satelitaria presta una gran utilidad para la identificación y evaluación de las distintas unidades o subáreas en las que se puede dividir la zona en estudio.

Maguire (1991) menciona que el análisis de imágenes se refiere a los varios métodos computacionales usados para procesar imágenes en formato digital.

Para definir las unidades ambientales en la imagen estudiada se recurre a los patrones naturales, asentamientos humanos y usos de los recursos naturales (Kimsa *et al* 1986).

Las imágenes digitales comprenden una serie de células llamadas pixeles (elementos pictóricos), cada uno de los cuales tiene un valor de intensidad discreto (número digital), proporcional al nivel de Radiación Electromagnética (REM), radiación electromagnética recibida por un sensor (Maguire, 1991).

La firma espectral de la vegetación en el verano, por ejemplo, deriva principalmente de la reflectancia y

transmitancia de las hojas, virtualmente, todos los objetos en el medioambiente emiten y reflejan diferentes cantidades y tipos de radiación electromagnética, llamada firma espectral (Maguire, 1991).

Así, las hojas verdes sanas tienen una firma espectral característica que tiene baja reflectancia al azul y a la luz roja, media reflectancia a la luz verde y alta reflectancia al infrarrojo cercano, Curram (1985) citado por Maguire (1991).

Los sistemas integrados para la colección, almacenamiento, manipulación y presentación de datos son llamados Sistemas de Información Geográfico (SIG) (Maguire, 1991). Parker (1987), citado por Tueller (1989), menciona que un (SIG), es un sistema tecnológico que almacena, analiza y presenta tanto datos espaciales como no espaciales.

El uso de un SIG estimula una visión hacia la integración total de los datos y consecuentemente alienta el establecimiento de una base de datos sistemática (Grunblatt *et al*, 1992).

El Sistema de Información Geográfico, (SIG) permite manejar un cúmulo de información a escala regional y en zonas poco conocidas, incluso imágenes generadas por diferentes sensores ubicados en los satélites en órbita llamados SPOT o LANDSAT entre otros, imágenes color y pancromáticas, mapas, datos de diferentes fuentes y realizar diagnósticos mas adecuados a escala regional (Jurio y Zuidam, 1998), a través del uso de diversos paquetes informáticos de Sistemas de Información Geográfico (SIG), llamados IDRISI, ERDAS, ARQINFO.

Estas técnicas proveen una base para el monitoreo del medioambiente natural, debido al análisis de datos en tiempos regulares, revelando tendencias y cambios. Las técnicas de sensores remotos probadas son métodos adecuados para documentar y analizar la degradación en tierras semi-áridas y sub-húmedas (Jurio y Zuidam, 1998).

Los sensores remotos, tanto fotografía aérea e imagen satelital solas o combinadas, han sido aplicadas a problemas de manejo de pastizal en muchos países del

tercer mundo como Kenia, Niger, India, Egipto, Botswana, Sudan, Senegal, Tanzania, Mauritania (Tueller, 1989).

Otra ventaja del SIG es que el análisis puede ser predictivo y las valoraciones de tendencias y comportamientos pueden ser realizadas usando datos que se actualizan permanentemente (Jurio y Zuidam, 1998).

Así también, el análisis de las bandas espectromagnéticas generadas por el Sensor Thematic Mapper (T.M.) a través de sus bandas 1; 2; 3 fueron las bandas que mejor discriminaron las áreas degradadas en un trabajo realizado en la Patagonia Argentina por Jurio y Zuidam (1998).

La combinación matemática de TM3 y TM4 ha sido la mejor combinación de bandas para detectar la presencia y condición de vegetación en esta zona de la Patagonia, Neuquén, Argentina.

Jurio y Zuidam (1998) mencionan que la generación del Índice de Diferencia de Vegetación

Normalizada (NDVI) no resultó de utilidad para análisis de zonas homogéneas en el caso de vegetación con pobre variedad en especies, senescencia y 50 % de cobertura ya que las clases fueron representadas como una clase única.

El Índice de Diferencia de Vegetación Normalizada (NDVI) es definido por la relación entre las bandas:

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{VIS})}{(\text{NIR} + \text{VIS})}$$

donde NIR es la reflectancia de la canopia en la banda del infrarrojo cercano y VIS es la reflectancia de la canopia en la banda visible (Jackson, 1983, citado por Goward y Huemmrich 1992)

Imágenes tomadas a través de la plataforma del satélite NOAA y transformadas por operación entre bandas y de cobertura regional permite generar una nueva imagen llamada saci, similar a la información que genera la imagen NDVI de la plataforma LANDSAT, pero con

una resolución de 8 km por píxel y de cobertura regional con una disponibilidad semanal.

2.4 Modelos

Poco después de la Segunda Guerra Mundial, Ludwing von Bertalanffy introdujo la primera concepción de Sistemas Generales. Este reconocido biólogo austríaco generó las bases para comenzar a aplicar en Ecología esos conceptos que involucraron entre otros los siguientes pasos mencionados por Watt, (196), citado por Rabinovich, (1969): Mediciones, Análisis, Descripción a través de la estructuración de los factores más importantes dentro de un modelo y Simulación y optimización.

A partir de la aplicación de la metodología del Análisis de Sistemas es posible analizar situaciones complejas tanto por el número de variables intervinientes, como por las relaciones existentes entre ellas. En las ciencias biológicas, la utilización de estas técnicas, han sido utilizadas tanto para predecir el crecimiento de una

población bacteriana como así también para predecir el aumento de peso de cabritos de raza criolla hasta el destete en Los Llanos de La Rioja entre otros.

En la actualidad, las aplicaciones de los modelos llega incluso hasta predecir los cambios climáticos mundiales o bien por ejemplo, estimar cambios en la biomasa de forraje de alfalfa luego de ser sometidas a pastoreo bovino a través de la digitalización de imágenes del forraje, obteniendo un r^2 de 96.9 % (Hyder *et al*, 2003).

Vermeire (2002), menciona que la producción de forraje medida por el método de Obstrucción Visual (VO) analizada a través de regresión y comparándolo entre tipos de pastizal, es posible definir por un modelo que estima efectivamente la producción de forraje a través de tipos de pastizal, con un coeficiente de determinación de 0.93. La habilidad de un solo modelo VO para predecir productividad a través de los años, esquemas de manejo, y tipos de pastizal indica que modelos VO pueden ser empleados exitosamente en una base regional.

Por otra parte, Zuo and Miller-Goodman, (2003), mencionan que comprender el papel de la diversidad del paisaje en los patrones de distribución del ganado es de considerable importancia para el diseño de sistemas de pastoreo efectivos por tal razón, desarrolló y evaluó un Índice de Uniformidad de Distribución (DEI) para caracterizar los patrones de distribución del ganado en un paisaje heterogéneo dentro de un período de tiempo dado, indicando que la estabilidad relativa del DEI calculada entre las escalas espaciales y temporales seleccionadas en este estudio indican que el índice puede ser útil para la comparación de la uniformidad del uso del hábitat por el ganado y los patrones de pastoreo entre diferentes estudios en escalas espaciales y temporales similares.

Así también, modelos para predecir, describir y monitorear mejor las tendencias en la diversidad estructural de las comunidades de arbustos fueron desarrollados por Thorne *et al*, (2002). Estos modelos para mapear la vegetación usando técnicas estadísticas multivariadas como el Análisis de Componentes Principales y el análisis de discriminantes paso a paso

fueron desarrollados por Mclendon y Dahl (1983), previo relevamiento de la zona por fotografía aérea, logrando identificar 5 tipos de vegetación en función de la frecuencia relativas de las especies mas importantes del pastizal natural.

En este sentido Uresk (1990), desarrolló un modelo estadístico para establecer estados ecológicos en Dakota del Sur, EEUU, siguiendo el procedimiento de análisis cluster seguido por stepwise del análisis de discriminante.

En relación al pastoreo, Milchuna *et al* (1988), citado por Landsberg *et al* (1999) describen un modelo de influencia del pastoreo en función de la humedad ambiental e intensidad del pastoreo, mencionando que el pastoreo tiene menos influencia sobre las especies nativas en comunidades semi-áridas con larga historia evolutiva soportada por pastoreo.

Por otra parte, un modelo que aplica las imágenes satelitales de Radiometría Avanzada de Muy Alta Resolución (RAMAR) con pixeles de 1 km, se usó para

monitorear los cambios a corto plazo en las condiciones de forraje del pastizal a escala regional y fue desarrollado por Thoma *et al* (2002), destacando que al realizar análisis de regresión lineal simple, el NDVI, Índice de Diferencias Normalizadas de Vegetación explicó el 63% de la variación de la biomasa viva y total, y el 66% de la variación del Nitrógeno en pie. En base regional, es posible usar los valores de RAMAR-NDVI para identificar áreas con niveles altos o bajos de abundancia de forraje y que pueden resultar de factores tales como sequía, patrones variables de precipitación y pastoreo desigual.

Plant *et al* (1999) desarrollaron un modelo espacial cualitativo que permite fijar las reglas de transición de un modelo de estados y transiciones junto a un modelo de Sistema de Información Geográfica (SIG), usado en comunidades vegetales complejas, a partir del modelo de estados y transiciones establecido por Westoby *et al* en 1989.

Por otra parte, Brock y Owensby (2000) generaron un modelo para predecir la distribución del pastoreo bovino y utilización del forraje utilizando 18 variables independientes con un ajuste de $R = 0.99$ para el pastoreo bovino, relacionando con datos de campo vinculados al SIG tales como propiedades geofísicas asociadas a los potreros.

2.5- La cabra y su ambiente

Metodológicamente, Boza (1997) menciona que con el fin de obtener las capacidades sustentadoras, el estudio botánico debe comenzar por la catalogación de la flora, especialmente la de interés ganadero que permita el análisis y caracterización de áreas o unidades de pastos, definiendo los tipos de pastizal, en orden a sus especies dominantes, recubrimiento y estructura vegetal, datos con los que se diseñan las cartas de pastizales para uso ganadero.

Basándose en la especie caprina, Boza (1997) señala que con un adecuado manejo de la cabra y de la vegetación se logra una productividad sostenida y una mayor estabilidad del ecosistema.

Las cabras en las zonas del Trópico seco son manejadas extensivamente en pastizales naturales y en algunos casos acompañadas al pastoreo por el hombre, pastoreando libremente excluyendo cualquier posibilidad de manejo racional y mejora del pastizal (García y Gall, 1981).

En Argentina, la explotación de la ganadería caprina ocupa una superficie de 79.155.800 ha (28,3 %) de la superficie continental del país, predominando en la zona Norte las cruzas con Criollo y en el Sur, con bajo índice de pureza la cabra Angora, caracterizada por un pastoreo extensivo sin mejoras en el manejo implementado desde hace 3 siglos y medio (Agraz García, 1981).

En tanto que la Secretaría de Agricultura y Ganadería de la Nación menciona a través de datos obtenidos por el Registro Nacional de Productor Agropecuario, una existencia nacional de 3.404.190 de caprinos, (Datos provisorios, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, 2003).

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) menciona a partir de los datos provenientes de la Encuesta Nacional Agropecuaria para la provincia de La Rioja un total de 111.800 cabezas de caprinos (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, 2003).

2.6- Hábito de pastoreo de la cabra

Las cabras son altamente móviles durante su alimentación, consumen un gran número de especies que otros animales domésticos en el mismo ambiente no consumirían, siendo baja la superposición en la ingesta con bovinos (Wilson, 1987). Este hábito de pastoreo es mas acusado cuando la cabra está en pastoreo que cuando

está estabulada y es mas selectiva cuando el ambiente es menos favorable (Morand-Fehr y Sauvant, 1990).

Las cabras son más eficientes digestores y convertidores de alimentos que el ganado bovino (Devendra y Burns 1970, citado por Van Soest 1987). Por otra parte, la ventaja podría estar dada por su pequeño tamaño en relación a un limitado suministro de alimentos y la habilidad para explotar selectivamente las respectivas fuentes de alimento (Van Soest, 1987).

Así también, Van Soest (1987) menciona que la capacidad de los pequeños rumiantes para compensar su baja habilidad para digerir lentamente fracciones en digestión se evidencia como una habilidad para seleccionar arbustos. A pesar de ello, la estrategia de alimentación del ganado caprino en ambientes pobres debería hacer uso de la capacidad que tiene la cabra de acumular reservas corporales y movilizarlas en las épocas críticas (Morand-Fehr y Sauvant, 1990).

Las cabras se alimentan selectivamente de hojas, flores y frutos mas que de ramas u otras partes permanentes de las plantas, generando muy poco daño a la estructura de la planta a menos que la biomasa de la planta sea muy baja (Wilson, 1987; Morand-Fehr y Sauvant, 1990).

Harrington (1982), menciona que la palatabilidad aumenta en proporción inversa al contenido de fibra y en función directa al contenido de proteína cruda de la planta; por esto, algunas partes de la planta son más palatables que otras.

Cuando se alimentan en una jornada completa pueden llegar a consumir entre 0,5 y 1,2 kg. de Materia Seca/día, debiendo agregar a los requerimientos tabulados un 30 a 80 %, en función de la distancia recorrida y topografía del terreno (Morand-Fehr y Sauvant, 1990).

De todas formas, el pasaje del alimento por el tracto gastrointestinal es tan rápido, que si el forraje consumido contiene semillas, las mismas logran valores

óptimos de germinación una vez eliminadas (Wilson, 1987).

El tamaño de los pequeños animales como el tamaño del forraje disponible es largamente reconocido como un factor que favorece la selección de alimentos por los animales; aunque la prehensión de los labios y otros aspectos de la morfología de la boca son importantes características que contribuyen hábilmente en la selectividad de su comportamiento alimenticio (Van Soest, 1987).

Johnson y Van Eys (1987) mencionan que las cabras debido a su relativamente pequeño tracto digestivo han evolucionado como un ramoneador altamente selectivo; esto le permite consumir una ingesta más concentrada en energía metabolizable y proteína. Esta estrategia contribuye a su sobrevivencia cuando las condiciones de alimentación son pobres o durante una larga estación seca.

Morand-Fehr y Sauvant (1987) mencionan que las cabras son mas sensibles a la variación en el contenido de proteínas de la vegetación del pastizal que a las diferencias en el contenido de fibra; esto explicaría porque las cabras prefieren en la estación seca los árboles y arbustos a las plantas herbáceas y en la primavera durante el rápido crecimiento de la vegetación ellas prefieren las plantas herbáceas.

Merrill y Taylor (1981) en tanto, afirman que la selección de especies de plantas consumidas por las cabras depende de varios factores, entre ellos la variedad de especies de plantas presentes y la abundancia relativa de cada especie.

En un pastizal natural de calidad media, el valor nutritivo aproximado del pastizal, considerando las variaciones entre las especies y variaciones de calidad temporal, estaría entre 0,45 a 0,60 Unidad Forrajera Lastre/kg. M.S. consumida, existiendo una gran variación entre los valores nitrogenados (Morand-Fehr y Sauvant, 1990).

Warren et al (1984) mencionan en un trabajo realizado con cabras tipo Criollas en la zona de las Planicies del Sur de Texas, cuya vegetación dominante es de arbustos y gramíneas que las cabras consumieron 29 especies, siendo los arbustos los alimentos mas importantes, constituyendo mas de la mitad de la ingesta en el verano, otoño e invierno.

Así también, Sidahmed y Morris (1982) mencionan que para la misma raza Criolla en el Chaparral de California existe una asociación positiva y significativa entre la selectividad y la disponibilidad, indicando un comportamiento de pastoreo generalista asociado con una estrategia de maximización de la energía, resultando mas selectiva cuando los recursos fueron mas abundantes y resultaron ser generalistas cuando los recursos fueron escasos, asociando selectividad y disponibilidad.

Por otra parte una pobre correlación entre selectividad y disponibilidad fue sugerida como indicativo de la estrategia especializada en la selección de la ingesta

en una mezcla de especies palatables y no palatables (Sidahmed y Morris, 1982),

2.7- Ingesta caprina

En un trabajo realizado en el Sur de Texas (USA), Warren et al (1982) determinaron la ingesta por microhistología en cabras Angora, Criollas y ovejas Karakul, resultando que las arbustivas contribuyeron con el 55 % y 35 % de la ingesta en las cabras Criollas y Angora, respectivamente, en tanto que en las ovejas constituyeron el 68 % de su ingesta por gramíneas.

Por otra parte, la ingesta de las cabras Angora y Criolla fueron muy disímiles, en tanto que las gramíneas fueron mas importantes para la cabra Angora y los arbustos para las cabras Criollas (Warren et al, 1982).

Cuando se analizó el hábito de pastoreo de la cabra pigmea de África, en dos zonas ecológicas, sabana y bosque, se determinó que entre las zonas y dentro de ellas, el forraje elegido ha variado a través de las estaciones,

aunque generalmente, las herbáceas latifoliadas fueron seleccionadas mas a menudo, siendo la media 58,5 % y 32,2 % para el Bosque y la Savana respectivamente. Mientras que las gramíneas tuvieron una media del 37,4 % del forraje seleccionado en la sabana, este representó solo el 2,0 % en el cinturón de la sabana (Carew, 1982).

En Kenia, Schwartz y Schultka (1987) mencionan que las cabras utilizaron 71 especies de plantas sobre 293 presentes, contribuyendo los árboles, arbustos enanos, herbáceas latifoliadas y gramíneas con el 7,5; 45,0; 21,0; 15,5 %, respectivamente en la ingesta caprina.

En los sistemas extensivos, los arbustos son importantes en la ingesta de las cabras, como el caso de África y América latina, en el Norte de África, los arbustos forman el 60 a 70 % de la producción del pastizal natural y el 40 % del total disponible del alimento para los animales en la región (Devendra, 1987).

Carneiro et al (1987), en un trabajo realizado con cabras en la zona de Caatinga de Brasil a través de fístula

esofágica, determinaron que las hojas verdes de árboles, arbustos y herbáceas fueron los componentes más importantes en la ingesta de las cabras durante la estación seca.

Así también, De Almeida Lima (1987) en la Caatinga inferior, en Pernambuco, menciona que la ingesta para la cabra Sin Raza Definida (S.R.D.) determinada por fístula esofágica fue constituida por 21 especies, comprendiendo el 98 % de la ingesta de especies nativas de Caatinga (15,5 %, *Cratylia mollis*; 14,1 % *Sida* sp.; 23,4 % *Croton sonderianus*; 46,1 % de otros arbustos y herbáceas).

En tanto que De Araujo Filho (1987), citando a Pfister (1983), menciona que en la estación seca la ingesta de ovejas y cabras fue idéntica, en la zona de Caatinga nativa del Brasil. Esto fue, probablemente, debido a que la composición de la biomasa disponible estuvo enteramente dominada por especies leñosas de hojas pequeñas. Sin embargo, a principios de la estación húmeda, las cabras cambiaron su ingesta seleccionando arbustos y las ovejas

pastos, posiblemente reflejando un nuevo patrón de composición de la biomasa que ha permitido mejores condiciones para una selección libre de la ingesta por los animales (De Araujo Filho,1987).

Sin embargo, bajo condiciones de Caatinga limpia (control completo de especies leñosas), las cabras fueron seleccionando una ingesta mas alta en herbáceas latifoliadas, seguido de gramíneas y finalmente por arbustos (De Araujo Filho, 1987).

Afirmando la estrecha relación entre la disponibilidad forrajera y hábito de pastoreo, Malechek y Leinweber (1972), citado por Merrill y Taylor (1981), mencionan que la disponibilidad de forraje y la composición botánica de la ingesta de la cabra están estrechamente relacionadas al pastizal pastoreado, siendo las cabras Angora para la zona del Desierto de Sonora pastoreadoras antes que ramoneadoras, siendo las gramíneas la principal clase de forraje consumido.

Merrill y Taylor (1981) mencionan que las cabras Criollas fueron observadas en las pequeñas islas de Galápagos consumiendo principalmente (80 %) de la ingesta de una especie de *Opuntia* gigante de 7 m de alto, seguida de pastos anuales y herbáceas latifoliadas que crecen en muy cortos períodos lluviosos.

Para el Nor-Oeste de la Patagonia, Somlo *et al* (1987) mencionan que la cabra Angora a través de análisis por fístula esofágica forma su ingesta principalmente por gramíneas en el otoño, invierno y primavera (72 %; 69 % y 74 %, respectivamente), debido a que la oferta forrajera principalmente está dominada por gramíneas. Siendo menos importante en el verano, por reemplazo de especies gramíneas por arbustivas estacionales. Siendo las herbáceas mas importantes en la primavera y principios de verano (16 a 23 %).

En tanto que en las montañas húmedas de Vorger, en Francia, las cabras lecheras adaptaron su hábito de pastoreo a períodos cortos, debido al clima húmedo, consumiendo 17 arbustos y árboles, consumiendo 1,1 a

1,8 kg por día de vegetación leñosa, representando el 3,8 al 4,4 % del peso vivo (Bourbouze y Combes, 1982).

En general, Merrill y Taylor (1981) citando a Dietz (1972) y Cookes (1972), mencionan que en los climas cálidos, durante las estaciones frescas, las herbáceas y gramíneas suministran considerable forraje para las cabras durante el otoño y principios del invierno, cuando las lluvias son adecuadas, esto reduce el consumo de arbustos.

En los climas mas fríos, las herbáceas latifoliadas y gramíneas están latentes durante el otoño y principios de primavera. Bajo estas condiciones, las herbáceas latifoliadas son menos importantes para el ramoneo de los animales y las especies arbustivas suministran la mayor parte de la ingesta (Merrill y Taylor, 1981).

En la región denominada Chaco Árido, Dayenoff (1998), a través de análisis microhistológico de heces en caprinos, determinó la ingesta anual de la cabra Tipo Criollo Regional alimentada en pastizal natural.

Dayenoff (1998) menciona que la ingesta de la cabra estuvo compuesta en un 52,5 % de arbustivas, 23,6 % de gramíneas, 7,4 % de otras especies herbáceas, 14,3 % de granos, frutos y semillas y 3,27 % de especies no identificadas. A su vez, el estrato arbustivo fue el mas consumido en los períodos de rebrote, crecimiento y reposo invernal, participando con el 52,5 % de la ingesta anual, gramíneas con el 23,6 %, latifoliadas 7,4 % y granos, frutos y semillas el 14,3 % de participación en la ingesta anual de caprinos.

En tanto que Agraz García (1981) menciona para La Rioja que las especies que la cabra aprovecha son:

Arbóreas: *Celtis tala*; *Mimozyanthus carinatus*;
Prosopis chilensis; *Prosopis flexuosa*; *Zizyphus mistol*.

Arbustivas: *Acacia furcatispina*; *Atriplex lampa*.

Gramíneas: *Bouteloua lophostachya*; *Gouinia paraguariensis*; *Sporobolus pyramidatus*; *Trichloris crinita*.

Hierbas: *Cordobia argentea*.

3 - Hipótesis

La presencia de arbustivas y arbóreas consumidas por el ganado caprino de acuerdo a su calidad, altura y producción de forraje, permiten establecer un modelo de potencialidad para la producción caprina en diferentes zonas homogéneas de vegetación en Los Llanos de La Rioja, (Chaco Árido, Argentina).

3.1- Objetivos

- Definir zonas de potencialidad de producción caprina para la región denominada Llanos de La Rioja, en el Chaco Árido, Argentina, en función de la presencia, densidad y consumo de especies arbustivas y arbóreas.
- Identificar zonas homogéneas a través del uso de imágenes satelitales en la zona ecológica denominada Llanos de La Rioja (Chaco Árido, Argentina).

- Determinar la presencia y densidad de especies arbustivas y arbóreas de interés forrajero caprino para cada zona homogénea.

4 - Material y Métodos

Se trabajó en la zona denominada Llanos de La Rioja que abarca una superficie de 50.000 km² y tiene límites Orográficos bien definidos, representada en **Anexo1**.

En Los Llanos de La Rioja, el clima es semidesértico a desértico; con precipitaciones de tipo Monzónico ya que el 80 - 85 % del total de precipitaciones ocurre en los meses de verano, con características torrenciales, siendo el invierno muy seco, teniendo a la isohieta de 400 mm. como límite oriental y la de 200 mm. como límite occidental (Calella, 1986).

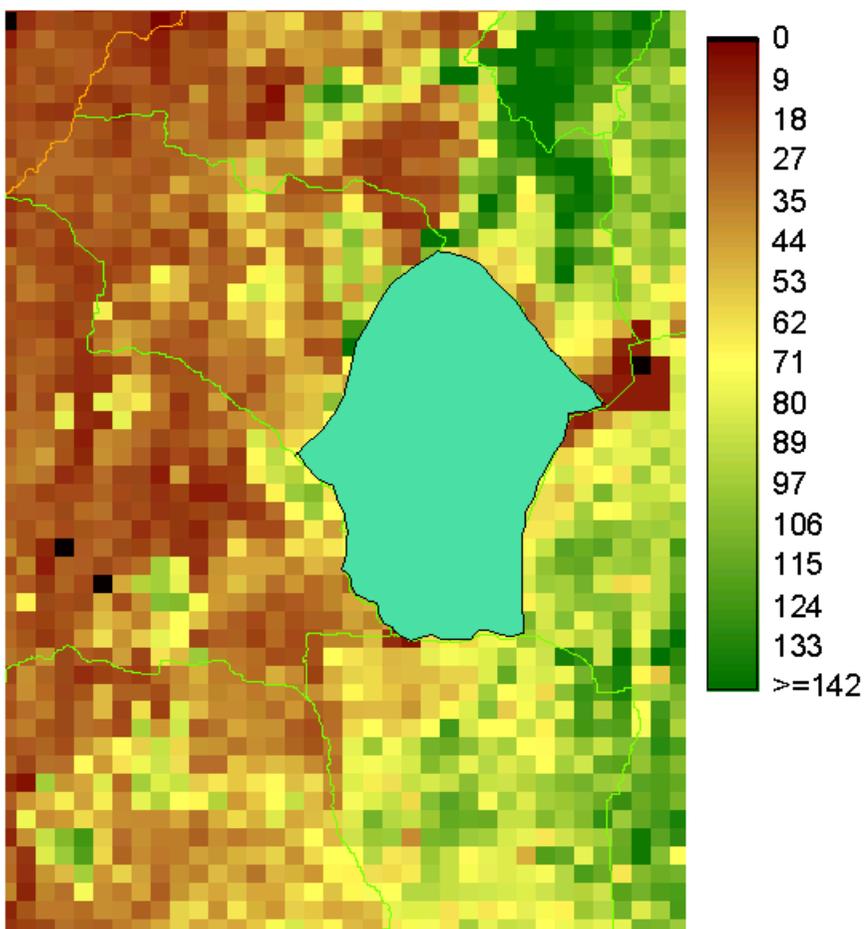
A través de la interpretación de imágenes satelitales NOAA tipo saci, (NDVI) que fueron analizadas con el Software IDRISI for Windows y en función de la firma espectral característica de la vegetación presente en el lugar, se definieron los “sitios de entrenamiento” característicos, siendo estos, los lugares en donde se realizaron “*a posteriori*” las lecturas de presencia y densidad de especies arbustivas, arbóreas y herbáceas latifoliadas.

Se identificó en primer lugar las imágenes en las cuales mas contrastaba la firma espectral para un sitio de entrenamiento dado, en este caso se tomó a la zona denominada Llanos de La Rioja como un solo sitio de entrenamiento, como lo muestra la **Figura N° 1** para poder realizar sobre estas imágenes los estudios de homogeneidad de vegetación.

FIGURA N° 1: Sitio de entrenamiento, Llanos de La Rioja. Imagen de marzo de 1993. En escala vertical, valores de NDVI transformados.

Se compararon estacionalmente las imágenes

Llanos de La Rioja



satelitales, destacando que los mayores contrastes se lograron por estaciones y entre los meses de febrero

(verano) y de agosto (invierno), debido a que para el mes de febrero, las precipitaciones ya ocurrieron en un 70 % de la cantidad esperada en el año 1991, con una P.P. de 472.8 mm (Karlin *et al*, 1994).

El procedimiento de análisis de imágenes seguido fue el de Clasificación Supervisada que se inició primero en la identificación de los “sitios de entrenamiento”, los que fueron analizados espectralmente en la siguiente secuencia.

- Se localizó en el terreno de lugares denominados sitios de entrenamiento.
- Se digitalizaron polígonos alrededor de cada sitio, asignándole un único identificador a cada sitio localizado.
- Se analizaron los pixeles de cada tipo de cobertura y obtención de las características espectrales de cada uno. En este caso, la característica predominante es que los sitios sean lo mas homogéneos hacia si mismo y con

la mayor variabilidad entre sitios identificada a través de la firma espectral analizada.

- Se clasificó toda la imagen asignando cada píxel a aquel tipo de cobertura según su similitud a los tipos de cobertura conocidos.

Con el uso de G.P.S. (Sistema de Posicionamiento Global) marca GARMIN modelo E-Trex se identificaron a campo los sitios de entrenamiento.

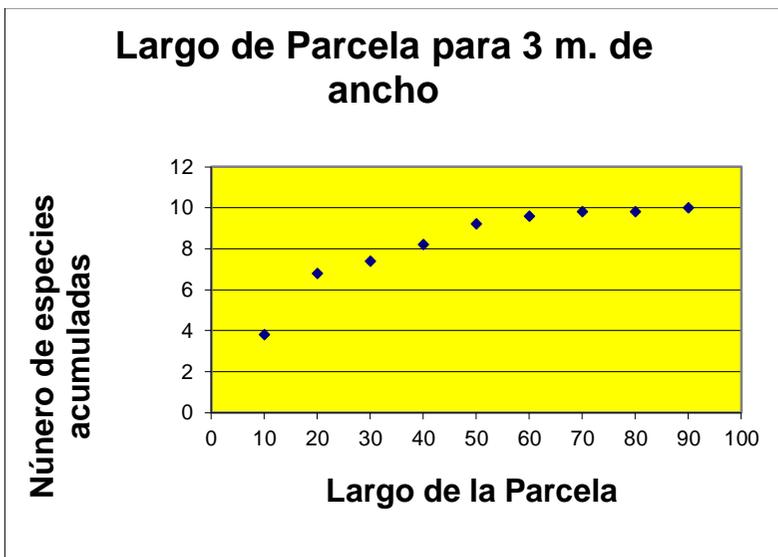
El muestreo de vegetación se hizo por relevamiento de parcelas de 3 m de ancho por 60 m, de largo constante, con 40 repeticiones por cada sitio de entrenamiento para cada zona homogénea identificada en gabinete, registrando presencia, densidad y altura de especies arbustivas y arbóreas de interés forrajero para el ganado caprino.

El ancho de la parcela (3 m) se determinó en función de la correcta apreciación visual de las especies que se podían identificar a simple vista, en tanto que el largo de la parcela (60 m) se determinó por análisis de la

relación presencia de especies nuevas en relación al largo de la parcela para un ancho definido.

Para definir el largo de la parcela de muestreo se realizaron relevamientos en diferentes zonas, identificando la aparición de especies nuevas por cada metro que se incrementaba el largo de la misma. Llegando a un óptimo de Costo – Beneficio en función de un ancho dado por la correcta apreciación visual de especies de 3 m de ancho por 60 m de largo, como se muestra en la **Figura N° 2**.

FIGURA N° 2: Largo de la parcela en función de un ancho dado.



En cada uno de los sitios de entrenamiento definidos se establecieron 40 unidades de muestreo, identificando presencia, densidad de especies arbustivas y arbóreas de interés forrajero para los caprinos y altura de las mismas en rangos de hasta 0.5 m; de 0.5 a 1.5 m; y mayores a 1.5 m, distanciadas cada unidad de muestreo 1,5 km, las que se tomaron ingresando a cada campo en forma perpendicular a los alambrados a ambos lados de la

ruta, iniciando los registros 10 m a partir del alambrado perimetral.

Los muestreos de vegetación se realizaron entre los meses de diciembre de 2002 y abril de 2003.

Para la etapa de Clasificación, el clasificador que se usó fue el de Mínima Distancia a la Media, este calculó la distancia Euclideana (o en línea recta) del valor de reflectancia de un píxel respecto del valor medio de reflectancia de la firma espectral y asignó dicho píxel a la firma cuyo valor medio es mas cercano.

Se definió una Zona Patrón, llamada así porque en ese lugar se realizaron estudios de ingesta caprina en pastizal natural por observación directa y microhistología de heces, Dayenoff (1998). A partir de estos estudios se realizaron todas las comparaciones de potencialidad entre el campo Experimental Juan Carlos Vera de la EEA INTA La Rioja, denominado Zona Patrón y las zonas homogéneas identificadas.

La Subregión, Llanura Ondulada, es descrita por Biurrun y Ferrando (1983) y coincide con la llamada Zona Patrón (Chamical), considerada como un mosaico formado por tres componentes definidos por el relieve: llano, bajo y loma.

Llano: Fisonomía: Arbustal alto semicerrado con pastizal discontinuo y bosque abierto. Con especies de *Larrea divaricata*; *Mimozyanthus carinatus*; *Cordobia argentea*; *Atamisquea emarginata*; *Chloris ciliata*; *Bouteloua aristidoides*, *Pappophorum caespitosum*, *Trichloris crinita*, *Setaria leucopila*; *Aspidosperma quebracho blanco*; *Prosopis torquata*; *Prosopis flexuosa*.

Bajo: Fisonomía: Arbustal alto cerrado con bosque semicerrado y pastizal discontinuo. con las siguientes especies: *Lippia turbinata*; *Celtis spinosa*; *Mimozyanthus carinatus*; *Geoffroea decorticans*; *Celtis tala*, *Prosopis flexuosa*; *Setaria leiantha*; *Trichloris pluriflora*; *Digitaria insularis*.

Loma: Fisonomía: Arbustal alto cerrado con pastizal discontinuo producto del sobrepastoreo y fauna herbívora silvestre y bosque abierto.

La Llanura Ondulada presenta erosión hídrica severa y grave en un 90 % y moderada en un 10 %. Las cárcavas afectan un 30 % de la superficie de la Subregión (Biurrun, 1996).

Así también, Gomez *et al* (1993) definen a la Subregión de las Bajadas (Zona Patrón) como formadas a partir de las Sierras Pampeanas que tienen conos aluviales de distinto tamaño, en función del área de cuenca que lo genera. Estos conos son coalescentes, formando Las Bajadas. Suelo franco-arenoso, material aluvial, pendiente de 1 a 3 %, permeabilidad moderadamente rápida, algo excesivamente drenado, 0 grado de rocosidad y pedregosidad.

Para la zona considerada Patrón, ubicada en la Estación Experimental Agropecuaria INTA La Rioja, con Coordenadas Geográficas 30° 29' de latitud Sur y

66° 07' de longitud Oeste, se elaboró un Índice que tuvo un Valor de Referencia igual a 100 y se construyó en base a la presencia, participación en la ingesta y densidad de especies vegetales presentes en esa zona y de interés forrajero para el ganado caprino correspondientes al estrato arboreo y arbustivo, por ser estas las de mayor porcentaje de participación en la ingesta caprina.

Valor de Referencia = 100 = Sumatoria de densidad especies de interés forrajero caprino que participan en la ingesta

Sumatoria = Y_1 = *Acacia aroma*: 51.4 pl/ha + *Acacia furcatispina*: 91.6 pl/ha + *Castela coccinea*: 118.1 pl/ha + *Celtis tala*: 541 pl/ha + *Larrea divaricata*: 2359.4 pl/ha + *Lippia turbinata*: 70.8 pl/ha + *Cordobia argentea*: 1679.2 pl/ha + *Geoffroea decorticans*: 6.9 pl/ha + *Mimozyanthus carinatus*: 1482.8 pl/ha + *Prosopis flexuosa*: 556.8 pl/ha + *Prosopis torcuata*: 716.2 pl/ha = **100 (Valor de Referencia)**

El **Valor de Referencia** fue el generado al sumar los valores de densidad de especies arbóreas y arbustivas consumidas por el caprino, en pastoreo extensivo del pastizal natural de la cabra Tipo Criolla Regional con una carga de 1.5 ha/cabra a partir de información de ingesta generada por Dayenoff (1998).

La cabra realizaba un pastoreo diurno sin suplementación, con servicio controlado por delantal abdominal en chivos, los que durante la noche hacían servicio a corral, con tratamiento antiparasitario consistente en una desparasitación oral con 3 ml de Closantel al 15% en los meses de noviembre y marzo y una desparasitación anual, en junio, contra los ectoparásitos, con dosificación sobre el lomo del animal de 2 ml. de Cipermetrina al 6%.

Debido a que las gramíneas participan en bajo porcentaje de la ingesta y solo lo hacen temporalmente en primavera, no se ha considerado su relevamiento como importante en la etapa de muestreo para definir potencialidad de la zona para uso caprino.

Para la evaluación de la composición de la ingesta en la zona patrón en el año 1998, se utilizó la técnica de observación directa propuesta por Somlo *et al* (1987), mediante el seguimiento del hato durante tres días seguidos por estación y registrando el material consumido por la cabra más cercana al observador durante las primeras 5 horas de pastoreo.

Asimismo, se estudió la ingesta por la técnica de microhistología de heces, muestreando un total de 18 animales adultos, en tres momentos fenológicos del pastizal natural (Estación húmeda, inicio y durante, Seca, durante).

Las muestras de heces correspondientes a la fase de rebrote del pastizal natural se tomaron en octubre y noviembre (comienzo de la estación húmeda). Ambas muestras se recolectaron directamente del recto y se leyeron 5 campos de cada una, obteniéndose un promedio de los diez campos estudiados. Con idéntico procedimiento se analizaron la prefloración, durante los meses de enero y febrero (estación húmeda) y la fase de

reposo vegetativo, en los meses de julio y agosto (estación seca), Dayenoff, (1998).

La composición botánica de la ingesta caprina, analizada mediante el método de observación directa muestra un número similar de especies utilizadas en los diferentes momentos fenológicos del pastizal natural, "tocando" la cabra 12 especies vegetales en el período de rebrote, al comienzo de la estación húmeda (octubre), 15 especies en la floración durante la estación húmeda (enero) y 15 en invierno, durante el estado de reposo vegetativo del pastizal natural (agosto) Dayenoff, (1998).

En relación a la ingesta caprina, debe destacarse un elevado número de "toques" en algunas arbustivas a lo largo de todo el año como jarilla (*Larrea divaricata*), tintitaco (*Prosopis torcuata*), tala (*Celtis tala*), poleo (*Lippia turbinata*), mistol (*Ziziphus mistol*), pichana (*Cassia aphilla*). En el caso de la hojarasca, se observa un uso moderado durante la época de rebrote, que coincide con el máximo nivel de uso de las gramíneas, acompañado de un aumento progresivo en la frecuencia de uso de

gramíneas durante la floración y máxima incidencia de uso de hojarasca en la fase de reposo vegetativo, Dayenoff (1998).

A partir de microhistología de heces se observó que el número de especies vegetales identificadas, así como la participación de los diferentes estratos en tres momentos del pastizal; totalizaron 27 especies al inicio de la estación húmeda (octubre, época de rebrote de los arbustos), 24 durante la estación húmeda (enero, crecimiento de las gramíneas y prefloración) y 36 durante la estación seca (agosto, reposo vegetativo).

Precisando la dinámica por estratos se aprecia que las arbustivas aumentan su presencia en la ingesta conforme madura el pastizal, pasando de 33,4% especies al comienzo de la estación húmeda, a 41,7% en su transcurso y a 71,7% durante el reposo vegetativo; En idénticas fases las gramíneas descienden de 40,7% a 32,4% y a 22,7% y las otras especies de 25,9% a 25% y a 5,6%, respectivamente, cediendo paulatinamente en su representación en la ingesta.

Se presenta en la **Tabla N° 1** los estratos vegetales identificados en la ingesta caprina y el porcentaje que representa cada estrato para cada estación. Si bien, el porcentaje del estrato de gramíneas presentes en la ingesta caprina es importante, su utilización es esporádica, ocurriendo solo en el rebrote de primavera, (Dayenoff, 1998).

Tabla N° 1: Estratos vegetales identificados en la ingesta caprina

(*) Estación seca	Estación húmeda	
	Inicio Durante	Durante
Total spp.	27 36	24
Arbustivas	9 (33,4%) 10 20 (71,7%)	(41,7%)
Gramíneas	11 (40,7%) 8 8 (22,7%)	(32,4%)
Otras especies	7 (25,9%) 6 8 (5,6%)	(25,0%)

Fuente: Dayenoff (1998)

Por observación directa se observa en la **Tabla N° 2** el nivel de presencia y preferencia de especies arbustivas en la ingesta caprina.

Tabla N° 2: Presencia y preferencia de especies arbustivas en la ingesta caprina.

(*) Especie	Presencia Preferencia Parte cons.
<i>Larrea divaricata</i> (Jarilla)	42%
	+
	(h,t,fl)
<i>Prosopis torquata</i> (Tintitaco)	11%
	+++
	(b,fl,h)
<i>Celtis spinosa</i> (Tala)	7%
	++
	(h)
<i>Mimozyanthus carinatus</i> (Lata)	7%
	+++
	(b,h)
<i>Prosopis flexuosa</i> (Algarrobo)	7%
	++
	(b,fl,h)

<i>Acacia aroma</i> (Tusca)	2%	
	++	
		(f,b,h,fl)
<i>Acacia furcatispina</i> (Garabato)	2%	
	++	
		(f,h)
<i>Cassia aphylla</i> (Pichana)	2%	
	+	
		(fl,b)
<i>Cercidium precox</i> (Brea)	2%	
	+	
		(h,fl,b)
<i>Aloysia gratissima</i> (Palo amarillo)	1%	
	+	
		(fl,b)
<i>Aspidosperma quebracho blanco</i>	1%	
	+	(h)
<i>Atamisquea emarginata</i> (Atamisqui)	1%	
	++	
		(h,b,f)
<i>Castela coccinea</i> (Mistol de zorro)	0,5%	
	+++	
		(h,b,f)

<i>Celtis tala</i> (Tala)	0,5%
	++ (h,f)
<i>Lantana rusbyana</i> (Salvia)	0,5%
	+++
	(h,fl,f)
<i>Lippia turbinata</i> (Poleo)	0,5%
	+++
	(h,b,fl)
<i>Maytenus spinosa</i> (Abriboca)	0,5%
	+++
	(h,b,f)
<i>Tricomaria usillo</i> (Manca caballo)	0,5%
	+
	(b,fl,f)
<i>Ximema americana</i> (Albarillo)	0,5%
	+++
	(h,fl)

+ escasa, ++ media, +++ alta,
h hoja, b brote, f fruto, fl flor, t tallo.

Fuente: Dayenoff (1998)

Por otra parte, en la **Tabla N° 3** se observa la totalidad de especies consumidas en pastoreo libre y continuo por el ganado caprino por análisis

microhistológico, destacando que el consumo de gramíneas no supera el 13 %, Dayenoff (1998).

Tabla N° 3: Especies consumidas (%) en pastoreo libre y continuo por el ganado caprino por análisis microhistológico.

(*) Especie húmeda	Estación seca	Estación	
		Inicio	Durante
			Durante
<i>Acacia aroma</i> (Tusca)		20,1±9,9	2,7±2,2
		0,8±1,9	
<i>Acacia furcatispina</i> (Garabato)		5,7±7,1	0,4±0,6
		0,1±0,2	
<i>Aristida adscensionis</i> (Saetilla)		0,8±1,3	11,2±6,3
		5,8±3,4	
<i>Bouteloa aristidoides</i> (Saetilla)		0,9±,6	1,3±3,7
		3,8±3,5	
<i>Castella coccinea</i> (Mistol de zorro)		--	1,4±2,1
			22,9±10,8
<i>Celtis pallida</i> (Tala)		0,4±1,3	0,8±1,4
		5,9±4,5	
<i>Cenchrus ciliaris</i> (Buffel grass)		0,2±0,6	4,8±7,1
		0,2±0,4	

<i>Chloris virgata</i>	--
	1,3±2,0
	0,8±0,5
<i>Cordobia argentea</i> (Manea caballo)	3,7±3,1
	2,0±1,8
	0,7±1,3
<i>Geoffroea decorticans</i> (Chañar)	--
	--
	1,8±2,4
<i>Larrea divaricata</i> (Jarilla)	0,2±0,5
	1,3±2,0
	4,8±3,8
<i>Lippia turbinata</i> (Poleo)	0,2±0,4
	2,5±2,9
	0,7±0,9
<i>Malvastrum</i> sp (Malvacea)	0,7±2,0
	1,9±1,1
	0,3±0,5
<i>Mimozyanthus carinatus</i> (Lata)	8,6±7,2
	11,9±5,7
	0,2±0,6
<i>Prosopis flexuosa</i> (Algarrobo)	--
	0,8±0,9
	3,2±2,3
<i>Prosopis torquata</i> (Tintitaco)	4,6±5,2
	3,4±2,8
	2,8±2,3
<i>Setaria leucopila</i> (Cola de zorro)	--
	2,5±4,3
	3,4±3,6
<i>Setaria</i> sp (Cola de zorro)	10,5±9,1
	4,6±4,4
	5,0±4,6

<i>Sida argentina</i> (Sida)	1,9±2,5
	2,3±3,9
	0,9±1,2

Fuente: Dayenoff (1998)

En la **Tabla N° 3** se presenta el listado de especies vegetales que estuvieron presentes en más del 1% de la ingesta, en algún momento de la evaluación.

En la **Tabla N° 4** Se presentan algunos parámetros productivos obtenidos en las condiciones de pastoreo caprino extensivo descriptas con anterioridad.

Tabla N° 4: Parámetros productivos de la producción caprina en zona patrón. Destete a los 45 días.

(*) Parámetros productivos (1994)		otoño
verano	media anual	
	- Prolificidad	1.82
1.64	1.73	
	- Peso al nacimiento	2.88
2.64	2.76	
	- Peso a los 30 días	7.24
6.96	7.1	

	- Total de kg de cabrito a 30 días	13.2
11.4	12.3	

Fuente: Dayenoff et al (1996)

Estos parámetros productivos son generados por una presencia y densidad de especies de interés forrajero relevadas en la EEA INTA La Rioja en el año 1994 y destete a los 40 días. A partir de allí se genera un valor arbitrario (Valor de Referencia) de 100 y es el definido por los siguientes parámetros:

Índice de producción en la zona Patrón está dado por los siguientes parámetros de producción caprina y fue:

$$Y_2 = 1.73 + 2.76 + 7.21 + 12.3 = 24.0 = 100$$

- Prolificidad: 1.73
- Peso al nacimiento: 2.76
- Peso a los 30 días: 7.21
- Total de kg de cabrito producido a los 30 días por cabra año: 12.3 kg

El índice de potencialidad para las diferentes zonas homogéneas se estableció en base al cálculo de la contribución de la densidad por especie presente en la ingesta caprina, que tuvo un valor acorde a la comparación con el índice patrón y que podía ser superior, igual o inferior a 100.

$$\text{Índice de potencialidad por zona homogénea} = \frac{\text{Sumatoria } (\delta \text{ especies zona homogénea})}{\delta \text{ especie zona patrón}} \times 100$$

δ : Densidad

La densidad de especies arbóreas y arbustivas latifoliadas presentes en la zona patrón (Chamical) y que participan en la ingesta caprina se presentan en la **Tabla N° 5**, medido por observación en transectas permanentes ubicadas en el potrero N° 5 de la EEA INTA La Rioja (Dayenoff, 1998).

Tabla N° 5: Densidad de especies arbóreas y arbustivas latifoliadas presentes en la Zona Patrón

(*) ESPECIES	ZONA PATRON pl/ha
<i>Acacia aroma</i>	51,4
<i>Acacia furcatispina</i>	91,60
<i>Castella coccinea</i>	118,1
<i>Celtis tala</i>	541
<i>Cordobia argentea</i>	1679,2
<i>Geoffroea decorticans</i>	6,9
<i>Larrea divaricata</i>	2359,4
<i>Lippia turbinata</i>	70,8
<i>Mimozyanthus carinatus</i>	1482,8
<i>Prosopis flexuosa</i>	556,8
<i>Prosopis torquata</i>	716,2

Con la identificación a través de imágenes satelitales de zonas homogéneas, muestreos de vegetación a campo y determinación de índices de potencialidad por cada zona homogénea, se estableció un mapa de potencialidad caprina para la región de los Llanos de La Rioja (Chaco Árido, Argentina) identificando la superficie comprometida en cada uno de ellos.

Debido a que los datos no respondieron a una distribución normal, se realizó análisis de varianza con Pruebas no Paramétricas, para determinar si existen diferencias significativas entre las zonas analizadas.

Se realizó el análisis de varianza a dos vías de clasificación que permitió comparar las esperanzas de dos o mas distribuciones cuando el diseño de la experiencia ha sido en bloques completos al azar representados por cada “sitio de entrenamiento”. Esta prueba requirió que las observaciones sean independientes y que las varianzas poblacionales sean homogéneas

La Hipótesis a probar es $H_0: \mu_0 = \mu_1, \dots, \mu_a$

donde μ_i representa la esperanza del i -ésimo tratamiento con $i= 1,2,\dots,a$

Los índices generados se analizaron estadísticamente con el software **INFOSTAT Versión 1.1**

5- Resultados y discusión:

Jurio y van Zuidam (1998) en un trabajo realizado en Neuquén, Argentina, mencionan que el índice NDVI es un indicador muy sensible a la presencia y condición de la vegetación verde debido a que las áreas con vegetación tienen una relativamente alta reflectancia en el cercano infrarrojo por lo que la metodología empleada refleja los tipos de vegetación homogéneas en cada sitio, similar a la metodología utilizada en este trabajo.

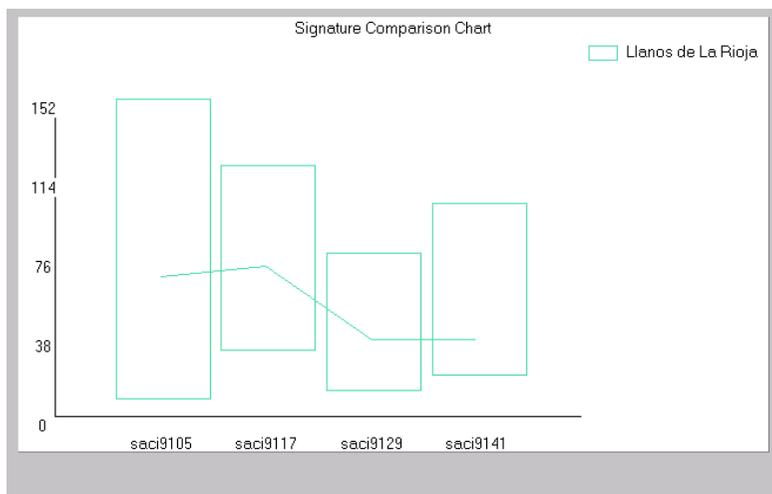
En la **Figura N° 3** se puede apreciar la media y valores máximos y mínimos del Índice Verde, medido en pixeles para la zona de Los Llanos de La Rioja en el año 1991.

En la **Figura N° 3** se puede apreciar la variabilidad del NDVI de la zona Llanos de La Rioja, indicando para el mes de febrero del año 1991 los mayores valores del mismo, 160 de máximo, producto del estado reproductivo de la vegetación, en tanto para el mes de agosto la

variación de NDVI es reducida, producto del reposo vegetativo de la vegetación natural tomando valores máximos de 80 (0 es ausencia de vegetación).

FIGURA N° 3: Firma espectral de Los Llanos de La Rioja en Febrero, Mayo, Agosto y Noviembre de 1991 según imágenes saci. Valores medios, máximos y mínimos de Pixeles NDVI

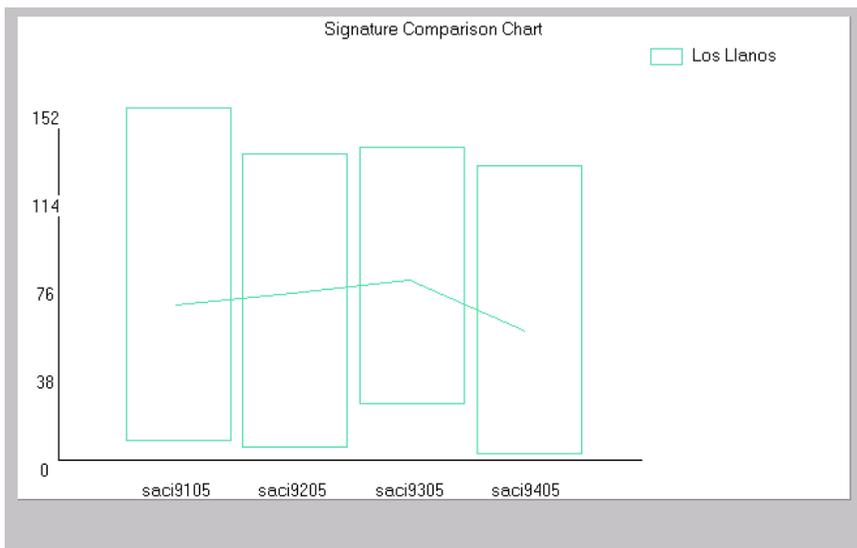
Febrero Mayo Agosto Noviembre



Una vez definida la imagen que mejor representaba las variaciones de vegetación hacia su interior, es decir debida a variaciones de la flora presente, imagen de febrero, se procedió a analizar las firmas espectrales de las imágenes saci, NDVI de 4 años para la

misma semana a partir de 1991 tal como lo muestra la **Figura N° 4.**

FIGURA N° 4: Variación de firma espectral para Los llanos de La Rioja en una misma semana a partir del año 1991 y hasta 1994 inclusive.



La imagen muestra los valores máximos de NDVI similares en los años 1992 a 1994, con un máximo NDVI en el año 1991, **Figura 4.**

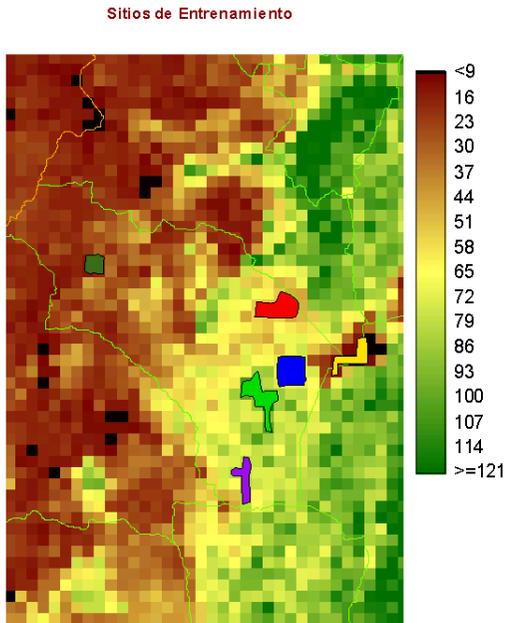
A continuación, se procedió a identificar sitios de entrenamiento (lugares para realizar el análisis primario de

la firma espectral). Estos sitios son zonas homogéneas de vegetación identificadas por su firma espectral y analizadas matemáticamente por el SIG IDRISI for Windows en base a la reflectancia de la vegetación presente en ese momento.

En este sentido, tanto la Sociedad para el Manejo de Pastizales como el Grupo de Conceptos y Terminología del Servicio de Conservación de los Recursos Naturales de los EEUU han recomendado el uso de sitios ecológicos como la unidad fundamental de tierra para la evaluación de la condición del pastizal y de su tendencia, en tanto que la elaboración de mapas con SIG ofrece una simple y adaptable técnica para modelaje visual de los patrones del paisaje que apoyan a una amplia variedad de objetos de manejo (Creque *et al*, 1999).

Se definieron 6 sitios de entrenamiento en función de un análisis preliminar de la región, identificando las siguientes zonas: Chamental, Salinas de Córdoba, Sur, Sierra de los Llanos, Norte y Oeste, por observación de imágenes saci, NDVI, como lo muestra la **Figura N° 5**.

FIGURA N° 5: Sitios de entrenamiento para Los Llanos de La Rioja, incluido el Oeste de La Rioja (Chamical, Salinas de Córdoba, Sur, Sierra de los Llanos, Norte y Oeste)



Referencias:

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> OESTE NORTE CHAMICAL SALINAS DE CORDOBA | <ul style="list-style-type: none"> SIERRA DE LOS SUR |
|--|--|

Los Sitios de Entrenamiento quedaron definidos por polígonos ubicados a partir de las siguientes Coordenadas Geográficas medias que se mencionan en la

Tabla N° 6 los que se ubicaron a campo a través del uso del GPS para realizar posteriormente los muestreos de vegetación a partir de las Coordenadas mencionadas.

Tabla N° 6: Coordenadas Geográficas de los Sitios de entrenamientos identificados.

Sitios de entrenamiento	Coordenadas
Chamical	30° 29' Sur y 66° 07' Oeste
Sur	31° 34' Sur y 66° 31' Oeste
Sierra de Los Llanos	30° 55' Sur y 66° 13' Oeste
Salinas de Córdoba	30° 30' Sur y 65° 37' Oeste
Norte	29° 23' Sur y 65° 43' Oeste
Oeste	28° 56' Sur y 68° 11' Oeste

Algunos conceptos de la ecología y de la biología del hábitat de la vida silvestre que apoyan la identificación de los sitios de entrenamiento como área de trabajo, mencionan que las plantas están distribuidas en manchones (Watt, 1947), citado por Laycock (1993), a su vez, el pastoreo incrementa el “manchoneo” de plantas (Kellner y Bosch, 1992), citado por Laycock, (1993).

Así también, la diversidad de hábitats (parches o manchones) y ecotonos o bordes, donde encontramos diferentes tipos de vegetación, son importantes hábitats para muchas especies silvestres (Leopold, 1993), citado por Laycock (1993) y por último, el pastoreo moderado frecuentemente conduce a condiciones serales medias, las cuales favorecen un gran número de especies Clements (1905), citado por Laycock (1993).

Al analizar cada color en la imagen se observó un valor de Píxel que va del negro, ausencia de vegetación, pixeles menores a 9, al verde oscuro, mayor cobertura de vegetación, pixeles mayores a 121, apreciando que el NDVI es mayor y disminuye de derecha a izquierda, en función de la disminución de la Precipitaciones anuales de Este a Oeste.

La ubicación de los Sitios de Entrenamiento se realizó utilizando imágenes de la primer semana de febrero, en donde fue posible observar a través de NDVI la máxima expresión florística de la región; considerando que hacia adentro del sitio exista la menor variación

posible en especies presentes y entre cada sitio exista la máxima variación detectable en su NDVI por presencia de especies.

Debido al reposo vegetativo de la vegetación y senescencia de hojas de arbustos y arbóreas de Los Llanos de La Rioja en los meses invernales, a través del análisis de su NDVI en una zona dada no será posible establecer grandes diferencias entre los tipos de vegetación presente ya que está todo el ambiente prácticamente en reposo y seco. Ahora bien, al considerar analizar el NDVI en un momento de máxima expresión florística y como el NDVI es producto de la reflectancia de las hojas de cada especie en particular, es posible esperar en ese momento identificar con mayor claridad los tipos de vegetación dominante en una zona dada.

Los sitios de entrenamiento identificados en gabinete fueron ubicados por Coordenadas Geográficas para luego con el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) relevarlos. Estos sitios fueron los lugares que se muestrearon mediante parcelas, registrando

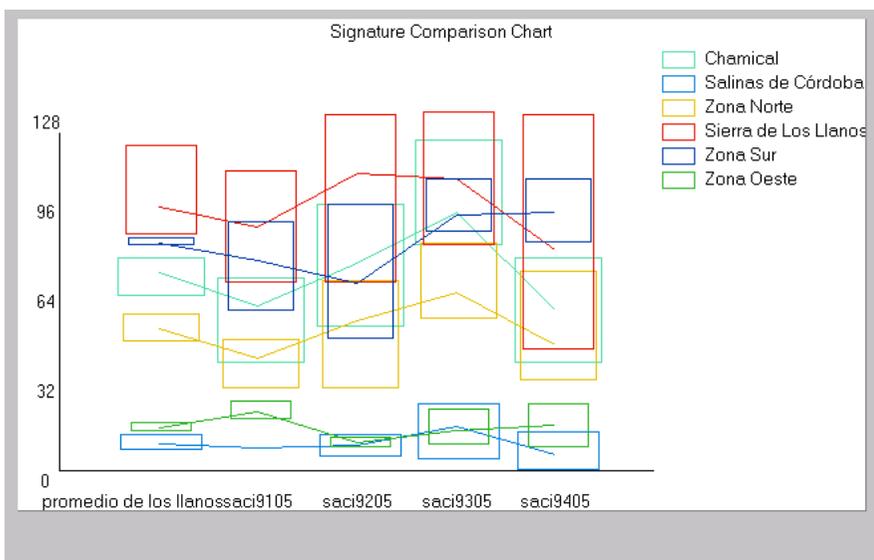
presencia, densidad de especies arbustivas latifoliadas y arbóreas forrajeras de interés para caprinos y se registró también la altura de las especies.

Las firmas espectrales analizadas de la **Figura N° 6** muestran que para el verano de 1991 en donde se inició el análisis, no existió superposición en cuanto a los valores medios mínimos ni máximos de reflectancia de la vegetación para cada una de las zonas analizadas; indicando la homogeneidad interna que representan en ese momento. Estos sitios son los que fueron utilizados luego para iniciar el proceso de clasificación y muestreo de vegetación. Las variaciones observadas luego responden a cambios en las precipitaciones anuales. Estos datos coinciden con la toma de datos de campo de ingesta caprina y presencia y densidad de especies consumidas por el caprino.

Se puede apreciar en la **Figura N° 6** que los mayores índices de NDVI se encuentran en la zona denominada Sierra de Los Llanos la que a su vez es típica de la región de Los Llanos, ya que la media de la

reflectancia, prácticamente no se cruzó con las medias de los otros sitios hasta el año 1994 en donde ocurrió una sequía estacional.

FIGURA N° 6: Firma espectral de cada sitio de entrenamiento para los años 1991 a 1994, según imágenes saci.



Otros ambientes típicos fueron los de las Salinas de Córdoba con el menor NDVI y el Oeste de La Rioja, con un NDVI también bajo, como lo refleja la **Figura N° 6**.

Al ubicar los sitios de entrenamiento de menor a mayor NDVI, se puede apreciar siguen el siguiente orden,

Salinas de Córdoba, Oeste, Norte, Chamental, Sur y Sierra de los Llanos, tal cual lo muestra la **Figura N° 6**.

Al comparar por observación directa el índice verde medio (NDVI) del sitio de entrenamiento denominado Chamental con los datos de Precipitación Media Anual de la EEA INTA La Rioja, en Chamental, desde el año 1990 se apreció que la respuesta de la vegetación a la precipitación a través de su índice verde medio se manifestó un año después al ciclo mas húmedo evaluado, como lo muestra la **Tabla N° 7** en los años 1990 a 1994.

Tabla N° 7: Datos climáticos de la EEA INTA La Rioja 1990-1994

Parámetros	Años				
	1990	1991	1992	1993	1994
Precipitación (mm) (*)	481,8	472,8	599,3	516,6	343,6
NDVI en Chamental	----	75	69	91	93

(*)**Fuente:** Bazán, O. 1994. Observatorio Meteorológico EEA, INTA La Rioja.

Este comportamiento de la vegetación coincide con lo mencionado por Harper (1969), citado por Wiens (1976), en donde mencionan que la respuesta de la vegetación leñosa y perenne en general fue menos sensible a cambios en la precipitación que la respuesta de la vegetación herbácea o anual frente a variaciones anuales de precipitación, muerte de ejemplares por sequía.

La última etapa en el análisis de imágenes satelitales fue la de Clasificación y en función de las características de las imágenes, cobertura regional del estudio y conocimiento detallado de los ambientes, se decidió usar una Clasificación Supervisada.

El sistema de clasificación mas apropiado al tipo de imágenes utilizado y por las características de los sitios de entrenamiento fue el de clasificación dura MINDIST, en donde IDRISI calcula la distancia Euclideana (o en línea recta) del valor de reflectancia de un píxel respecto del valor medio de reflectancia de la firma espectral y asigna dicho píxel a la firma cuyo valor medio es mas cercano, como lo muestra la **Figura N° 7**.

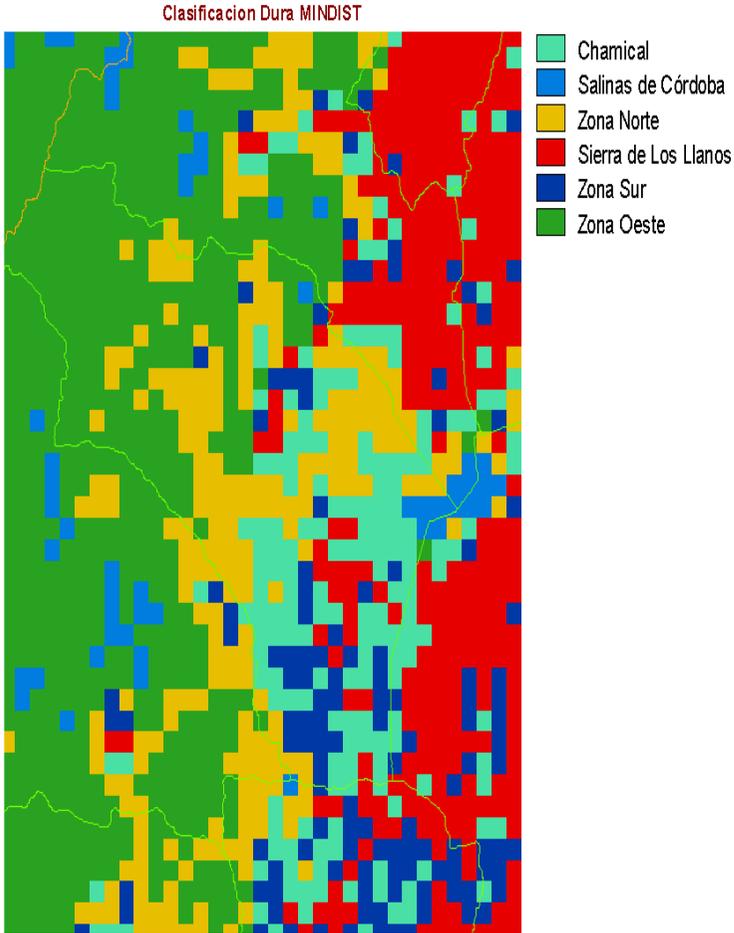


FIGURA N° 7: Clasificación Dura MINDIST. Cada color representa una misma unidad de clasificación por píxeles según su reflectancia promedio.

En cuanto a la superficie que representó cada región Clasificada, la zona del Oeste es la mas significativa, representando el 34.39 % de la superficie de la provincia de La Rioja, seguida por la zona Norte con 24.57 %, luego Chamental con 24.08 %, Sur con 9.82 %, Sierra de los Llanos con 6.14 % y Salinas de Córdoba con 0.98 %; indicando en este caso que la homogeneidad de vegetación en la zona denominada Norte y Chamental dominan el paisaje de Los Llanos de La Rioja con el 48.65 % de la superficie de la provincia de La Rioja, como lo refleja la Figura N° 7. La determinación de la superficie se realizó por conteo de cada píxel de la zona de estudio en relación al total.

La Zona denominada Oeste fue clasificada por un tipo de vegetación predominante, pero es de destacar que el Índice Verde para esa área con cobertura de vegetación predicha menor al 50 % son representadas como una clase única por el NDVI según un trabajo realizado por (Jurio y van Zuidan, 1998) en el Oeste de Neuquen, Argentina. El índice verde del Oeste en promedio es de 20, indicando la baja reflectancia de la vegetación producto de la escasa

presencia y densidad de especies en esta zona fitogeográfica del Monte.

La metodología usada para evaluar zonas homogéneas en Llanos de La Rioja ha sido usada también por Poulton (1979), citado por Tueller (1989), en Tanzania para definir el uso de la tierra de acuerdo a su potencialidad para el pastoreo y la producción agrícola.

En el año 1983, Biurrun y Ferrando determinaron para Los Llanos de La Rioja Sub-regiones en base a características fisonómicas y vegetación presente, determinando zonas típicas como Salinas y Sierras Pampeanas las que coinciden con lo determinado por el análisis de imágenes satelitales de este estudio en zonas de Salinas de Córdoba y Sierra de Los Llanos.

Así también, se destacan las mismas especies y la aparición de peladares o zonas de pastizal discontinuo producto del sobrepastoreo prolongado en el tiempo con animales domésticos (Biurrun y Ferrando, 1983).

Por otra parte, Gomez *et al* (1993), en el Mapa de las Subregiones de Vegetación y Suelo del Chaco Arido de La Rioja, mencionan a las regiones de los Médanos, Basamento Cristalino, Salinas y Planicie Loessoide Oriental y Occidental como coincidentes con la Zona Patrón, Chamental.

Así también, Cabrera (1976) identificó para la zona de estudio a las comunidades serales denominadas Estepas de Jume y Cardonales, coincidente con la zona de Salinas de Córdoba del presente estudio y al Distrito Chaqueño Serrano como coincidente con la zona denominada Sierra de Los Llanos en el presente estudio.

El tamaño de la parcela elegido fue el óptimo en función de la distribución de las especies a muestrear por ser dispersa, de acuerdo a lo recomendado por Huss *et al* (1982) para especies dispersas, en tanto que si la vegetación hubiera sido densa y uniforme recomienda parcelas pequeñas.

La metodología para definir el tamaño de una parcela de muestreo en función de una relación aceptable de costo-beneficio es coincidente a lo mencionado por Braun (1973) en el trabajo de Estudio de Comunidades Vegetales, Conceptos y Métodos y por Brower y Zar (1979) llamando al método de Curva de Area por Especies.

Así también, Braun (1973) menciona que las parcelas rectangulares son superiores a los cuadrados de igual superficie, puesto que tienden a reflejar mejor la variación en una estación de vegetación “stand”, la parcela alargada tiene una alta probabilidad de incluir partes de varios grupos de una u otra especie, sin caer por completo en uno solo. Brower y Zar (1979) mencionan también que las parcelas rectangulares son las que producen mejores resultados en el muestreo de vegetación.

El relevamiento de vegetación del sitio de entrenamiento denominado Salinas de Córdoba (Salinas Grandes) fue muy particular, como lo refleja la firma espectral de la **Figura N° 6**. Esta vegetación no se

encuentra reflejada en la zona Patrón (Chamical), por lo tanto, no participó del análisis de potencialidad para la producción caprina. Sería necesario a posterior estudiar este sitio de entrenamiento y caracterizarlo en cuanto a su potencial para la producción caprina extensiva, a pesar de que su superficie es poco representativa (0.98 % respecto a la sup. total de la provincia de La Rioja) pero en el mismo se encuentran especies nativas de alto valor forrajero como la *sampa* (*Atriplex cordobensis*).

Del total de especies identificadas en los 6 sitios de entrenamiento relevados a campo, la zona denominada Sierra de Los Llanos presentó el 84.2 % de especies respecto al total de especies arbustivas y arbóreas identificadas en los muestreos, 38 especies (**Tabla N° 8**), siendo esto, un factor muy importante para la alimentación caprina y que contribuye a la diversidad en la oferta forrajera, mejorando la ingesta caprina a lo largo del año por su aporte en calidad, como lo menciona Dayenoff (1998).

Por otra parte, De Araujo Filho (1987) menciona que las cabras cambiaron la ingesta en la estación húmeda, pasando de consumir leñosas de hojas pequeñas en la estación seca a consumir arbustivas permitiéndoles mejores condiciones para una selección libre de la ingesta.

En tanto que Somlo *et al* (1987) mencionan para caprinos de raza Angora en la Patagonia Argentina una ingesta de gramíneas del 72 % de las especies consumidas durante el otoño, invierno y primavera, siendo reemplazadas parcialmente por especies arbustivas estacionales durante el verano.

TABLA N° 8: Presencia de especies arbustivas y arboreas de interés forrajero, respecto al total de especies identificadas en las zonas relevadas

Sitios de entrenamiento	Frecuencia relativa de especies en relación a la totalidad de especies identificadas
Sierra de Los Llanos	84,2
Norte	68,4
Sur	47,3
Oeste	31,6

Es posible decir para Los Llanos de La Rioja que los cambios en la composición florística de los ambientes

estudiados se deban a la acción del hombre por degradación del ambiente o sobrepastoreo de animales domésticos como lo mencionan Martínez Carretero (1989) y que además esta acción ha comenzado a desarrollarse en el Siglo XVI (Saravia Toledo, 1984).

Estos cambios en la composición florística y en la densidad de especies presentes son claros indicadores de que procesos de desertificación están llevándose a cabo en estos ambientes, según lo menciona Huss (1993).

Al analizar la altura de las especies para cada sitio de entrenamiento se aprecia que la zona denominada Sur, presenta la mayor densidad de especies hasta 1.5 m. de altura, siendo esto un factor muy importante para que el caprino pueda acceder al forraje por ramoneo, seguido por la zona Sierra de Los Llanos y Norte, finalmente, por la zona Oeste, hasta la misma altura, como lo muestra la **Tabla N° 9**.

Tabla N° 9: Densidad de especies arbustivas y arbóreas por altura y para cada sitio de entrenamiento muestreado.

SITIOS DE ENTREN.	DENSIDAD MEDIA POR ALTURA DE ESPECIES DE INTERES FORRAJERO PARA CAPRINOS (PL/HA)			
	Menor a 0,5 m	Entre 0.5 m y 1,5 m	Mayor a 1,5 m	TOTAL
SUR	538,89	1.094,44	1.325,00	2958.33
SIERRA DE LOS LLANOS	404,44	815,56	2.577,78	3797.22
OESTE	33,33	54,44	290,56	377.78
NORTE	600,00	665,56	2.346,11	3611.11

Esta situación de disponibilidad forrajera en función de la altura es coincidente a lo mencionado por Tsiuovaras *et al* (1989), en donde observan que en la región arbustiva de California la altura de ramoneo preferido por el ganado caprino de Angora se sitúa entre los 0,5 m y los 1,5 m; lo que indica un tiempo de pastoreo compartido entre las posiciones cuadrúpeda y bípeda, aumentando la accesibilidad a una mayor cantidad de forraje en la vegetación arbustiva. Esta situación sería ventajosa para el caprino considerando su posición bipedal de pastoreo, como lo menciona Casey (1987).

Por otra parte, la baja densidad de especies menores a 0.5 m en los cuatro sitios de entrenamiento relevados estarían indicando una elevada presión de pastoreo por animales herbívoros los que afectan a la sobrevivencia de especies por sobrepastoreo o pisoteo, tal cual lo mencionan Karlin (1985) para la región Chaqueña.

Esta baja densidad de especies de corta edad es considerada por Milton *et al* (1994) como el primer paso en el proceso de degradación de los pastizales naturales, seguida por una disminución en la diversidad y productividad del pastizal, como tercer paso menciona la disminución en la cobertura de las plantas perennes y finalmente se pierde completamente la cobertura de las plantas, acompañado por una erosión acelerada y salinización del suelo.

Al analizar la densidad de especies promedio para cada sitio se aprecia en general la elevada presencia de *Acacia furcatispina*, *Lyppia turbinata*, *Celtis tala* y *Larrea divaricata* en la zona de Sierra de Los Llanos (**Tabla N° 10**), con respecto a las otras regiones, especies estas que aportan hojas, hojarasca y mantillo en cantidad a la ingesta

caprina, de alta presencia en la ingesta invernal del caprino (Dayenoff, 1998).

Para destacar en la zona Norte (Médanos) se observa la alta densidad de *Cordobia argentea*, *Mimozyganthus carinatus* y *Prosopis flexuosa* en relación a las otras regiones, siendo estas de alto valor proteico para la ingesta caprina, como lo muestra la **Tabla N° 10**. Estas especies son consideradas por Agraz García (1981) participantes de la ingesta caprina.

La zona Sur se destaca por la alta densidad de *Larrea divaricata* y ausencia de *Acacia furcatispina* y *Celtis tala*, con una baja densidad de las otras especies forrajeras identificadas, como lo muestra la **Tabla N° 10**.

El Oeste es el mas particular de las zonas homogéneas, con la presencia de solo 3 especies forrajeras arbóreas y arbustivas consumidas por el caprino. Si bien, en esta región existen otras especies que podrían aportar energía y proteína a los caprinos dependiendo de la oportunidad del caprino para encontrarlas y consumirlas, como lo muestra la **Tabla N° 10**.

TABLA N° 10: Densidad de especies de interés forrajero por sitio de entrenamiento.

ESPECIES	SUR	NORTE	SIERRA DE LOS LLANOS
Acacia aroma	8,33	9,72	22,22
Acacia furcatispina	0	0	797,22
Castela coccinea	36,11	72,22	102,78
Celtis tala	0	19,44	458,33
Cordobia argentea	200	426,39	0
Geoffroea decorticans	20,83	66,67	0
Larrea divaricata	1970,83	827,78	1248,61
Lyppia turbinata	8,33	16,67	240,28
Mimoziganthus carinatus	504,17	1625	743,06
Prosopis flexuosa	195,83	431,94	119,44
Prosopis torcuata	13,89	115,28	56,94

La particularidad de la Zona de Salinas no se analizó por su vegetación halófila y por su reducida extensión y características edáficas.

Al comparar la densidad por especie forrajera de la Zona Sur y Patrón (Chamical) se aprecia que en la zona Sur existió una baja densidad de todas las especies forrajeras identificadas en comparación a la zona Chamical por lo que es posible esperar un mayor aporte forrajero en Chamical, como lo muestra la **Tabla N° 11**.

Tabla N° 11: Densidad de especies de la zona patrón (Chamical) y zona Sur.

ESPECIES	CHAMICAL	SUR
<i>Acacia aroma</i>	51,4	8,33
<i>Acacia furcatispina</i>	91,60	0
<i>Castella coccinea</i>	118,1	36,11
<i>Celtis tala</i>	541	0
<i>Cordobia argentea</i>	1679,2	200
<i>Geoffroea decorticans</i>	6,9	20,83
<i>Larrea divaricata</i>	2359,4	1970,83
<i>Lippia turbinata</i>	70,8	8,33
<i>Mimozyanthus carinatus</i>	1482,8	504,17
<i>Prosopis flexuosa</i>	556,8	195,83
<i>Prosopis torquata</i>	716,2	13,89

Al comparar la densidad por especie forrajera de la zona Norte y patrón (Chamical), se apreció que en la zona Norte existe una baja densidad de la mayoría de las especies forrajeras identificadas en comparación a la zona Chamical, excepto *Mimozyanthus carinatus* y *Geoffroea decorticans*, como lo muestra la **Tabla 12**.

Tabla N° 12: Densidad de especies de la zona patrón (Chamical) y zona Norte.

ESPECIES	CHAMICAL	NORTE
<i>Acacia aroma</i>	51,4	9,72
<i>Acacia furcatispina</i>	91,60	0
<i>Castella coccinea</i>	118,1	72,22
<i>Celtis tala</i>	541	19,44
<i>Cordobia argentea</i>	1679,2	426,39
<i>Geoffroea decorticans</i>	6,9	66,67
<i>Larrea divaricata</i>	2359,4	827,78
<i>Lippia turbinata</i>	70,8	16,67
<i>Mimozyanthus carinatus</i>	1482,8	1625
<i>Prosopis flexuosa</i>	556,8	431,94
<i>Prosopis torquata</i>	716,2	115,28

Al comparar la densidad por especie forrajera de la zona sierra de los Llanos y la Patrón (Chamical) se apreció que en la zona Sierra de Los Llanos existió una baja densidad de la mayoría de las especies forrajeras identificadas en comparación a la zona de Chamical, excepto por *Acacia furcatispina* y *Lyppia turbinata*, octuplicando y triplicando los valores para Chamical, como lo muestra la **Tabla N° 13**.

Tabla N° 13: Densidad de especies de la zona patrón (Chamical) y zona de Sierra de Los Llanos.

ESPECIES	CHAMICAL	SIERRA DE LOS LLANOS
<i>Acacia aroma</i>	51,4	22,22
<i>Acacia furcatispina</i>	91,60	797,22
<i>Castella coccinea</i>	118,1	102,78
<i>Celtis tala</i>	541	458,33
<i>Cordobia argentea</i>	1679,2	0
<i>Geoffroea decorticans</i>	6,9	0
<i>Larrea divaricata</i>	2359,4	1248,61
<i>Lippia turbinata</i>	70,8	240,28
<i>Mimozyanthus carinatus</i>	1482,8	743,06
<i>Prosopis flexuosa</i>	556,8	119,44
<i>Prosopis torquata</i>	716,2	56,94

Las especies presentes en todos los sitios indicados son las mencionadas por autores como Ayerza (1984); Calella (1986); Díaz y Karlin (1987); Vera, (1989) y Michelena, (1996), los cuales destacan que las variaciones en composición florística y densidad de especies se deben principalmente a la presión de uso de estos ambientes ya sea por sobrepastoreo o tala indiscriminada de especies tales como Algarrobo o Quebracho lo que conduce a procesos de desertificación.

Al comparar la densidad de cada especie forrajera de la zona patrón (Chamical) y la zona del Oeste, **Tabla N° 14**, se aprecia que en el Oeste solo existen 3 especies forrajeras identificadas en Chamical, por lo cual es posible esperar que el aporte de forrajimasa al ganado de la región sea mínimo en comparación a las otras zonas relevadas a partir de las especies consumidas por los caprinos en la zona de Chamical.

En ensayos realizados con cabras pigmeas de Africa se indicó que la ingesta de las mismas cambió en función de las estaciones y de los ambientes de pastoreo, pasando de consumir un 58.58 % de herbáceas y 37.45 % de gramíneas en el bosque a solo un 2.05 % de herbáceas en la Sabana Africana (Carew, 1982), una situación similar será posible esperar en la zona denominada del Oeste.

Tabla N° 14: Densidad de especies de la zona patrón (Chamical) y zona del Oeste.

ESPECIES	CHAMICAL	OESTE
<i>Acacia aroma</i>	51,4	0
<i>Acacia furcatispina</i>	91,60	0
<i>Castella coccinea</i>	118,1	0
<i>Celtis tala</i>	541	0
<i>Cordobia argentea</i>	1679,2	0
<i>Geoffroea decorticans</i>	6,9	13,89
<i>Larrea divaricata</i>	2359,4	162,5
<i>Lippia turbinata</i>	70,8	0
<i>Mimozyanthus carinatus</i>	1482,8	0
<i>Prosopis flexuosa</i>	556,8	201,39
<i>Prosopis torquata</i>	716,2	0

Se presenta en la **Tabla N° 15** el índice de potencialidad para la Zona Sur.

Tabla 15: Índice de potencialidad para la Zona Sur

ESPECIES	CHAMICAL	SUR
<i>Acacia aroma</i>	51,4	8,33
<i>Acacia furcatispina</i>	91,60	0
<i>Castella coccinea</i>	118,1	36,11
<i>Celtis tala</i>	541	0
<i>Cordobia argentea</i>	1679,2	200
<i>Geoffroea decorticans</i>	6,9	20,83
<i>Larrea divaricata</i>	2359,4	1970,83
<i>Lippia turbinata</i>	70,8	8,33
<i>Mimozyanthus carinatus</i>	1482,8	504,17
<i>Prosopis flexuosa</i>	556,8	195,83
<i>Prosopis torquata</i>	716,2	13,89
SUMA	7674,2	2958,32
INDICE= $2958,32 \times 100/7674,2$		38,55

En el caso del índice de Potencialidad de la Zona Sur, se muestra en la **Tabla 15** que el mismo tiene un 38.55 de la potencialidad en relación a Chamical que tiene un índice de 100, como lo muestra la **Tabla 15**.

El índice generado para la Zona Norte, muestra que esta zona tiene un índice de 47.06 de potencialidad, con respecto a la zona Chamical que tiene un valor de Referencia de 100, como lo muestra la **Tabla 16**. La Zona Patrón (Chamical) no se relevó en este trabajo ya que se tomaron los datos de Dayenoff (1998).

Tabla N° 16: Índice de Potencialidad promedio para la Zona Norte

ESPECIES	CHAMICAL	NORTE
<i>Acacia aroma</i>	51,4	9,72
<i>Acacia furcatispina</i>	91,60	0
<i>Castella coccinea</i>	118,1	72,22
<i>Celtis tala</i>	541	19,44
<i>Cordobia argentea</i>	1679,2	426,39
<i>Geoffroea decorticans</i>	6,9	66,67
<i>Larrea divaricata</i>	2359,4	827,78
<i>Lippia turbinata</i>	70,8	16,67
<i>Mimozyanthus carinatus</i>	1482,8	1625
<i>Prosopis flexuosa</i>	556,8	431,94
<i>Prosopis torquata</i>	716,2	115,28
SUMA	7674,2	3611,11
INDICE=3611,28 x 100/7674,2		47,06

En la **Tabla 17**, se muestra que la zona denominada Sierra de los Llanos tiene un índice de 49.37 de Potencialidad en comparación a la zona de Chamical a

pesar de tener el mayor índice verde de la región de Los Llanos.

El mayor índice verde de Sierra de Los Llanos es debido a la mayor presencia de vegetación arbórea y arbustiva, producto de la disponibilidad de agua subterránea en relación al agua disponible en la zona Sur y Chamental, y es también el de mayor densidad de especies arbustivas y arbóreas con menos de 1.5 m de altura, en tanto que tiene la mitad de las especies de *Larrea divaricata* y ocho veces mas que *Acacia furcatispina* y cuatro veces mas de *Lippia turbinata* que la Zona Patrón.

Tabla N° 17: Índice de Potencialidad promedio para la Zona Sierra de Los Llanos

ESPECIES	CHAMICAL	SIERRA DE LOS LLANOS
<i>Acacia aroma</i>	51,4	22,22
<i>Acacia furcatispina</i>	91,60	797,22
<i>Castella coccinea</i>	118,1	102,78
<i>Celtis tala</i>	541	458,33
<i>Cordobia argentea</i>	1679,2	0
<i>Geoffroea decorticans</i>	6,9	0
<i>Larrea divaricata</i>	2359,4	1248,61

<i>Lippia turbinata</i>	70,8	240,28
<i>Mimozyanthus carinatus</i>	1482,8	743,06
<i>Prosopis flexuosa</i>	556,8	119,44
<i>Prosopis torquata</i>	716,2	56,94
SUMA	7674,2	3788,88
INDICE		49,37

En la **Tabla N° 18**, se muestra el índice de potencialidad para la zona Oeste, siendo este el de menor potencial con respecto a Chamental, producto de la escasa presencia de especies que participan de la ingesta caprina en la Zona de Chamental.

Tabla N° 18: Índice de Potencialidad promedio para la Zona Oeste

ESPECIES	CHAMICAL	OESTE
<i>Acacia aroma</i>	51,4	0
<i>Acacia furcatispina</i>	91,60	0
<i>Castella coccinea</i>	118,1	0
<i>Celtis tala</i>	541	0
<i>Cordobia argentea</i>	1679,2	0
<i>Geoffroea decorticans</i>	6,9	13,89
<i>Larrea divaricata</i>	2359,4	162,5
<i>Lippia turbinata</i>	70,8	0
<i>Mimozyanthus carinatus</i>	1482,8	0
<i>Prosopis flexuosa</i>	556,8	201,39
<i>Prosopis torquata</i>	716,2	0
SUMA	7674,2	377,78

La presencia de solo tres especies que participan en la ingesta de caprinos de la zona Oeste indica que la producción caprina será baja en relación a la unidad de superficie, en el Oeste se halla solo el 10 % del stock caprino de la provincia.

Sidahmed y Morris (1982) indican que en un ensayo realizado con cabras españolas existe una asociación positiva y significativa entre la selectividad y disponibilidad, con un pastoreo generalista asociado a una estrategia de maximización de la energía, con una alta relación recíproca entre la selectividad y la disponibilidad. En este caso, la cabra tiende a ser mas selectiva cuando los recursos son mas abundantes, particularmente cuando son especies palatables en tanto que las cabras tuvieron un hábito de pastoreo generalista cuando los recursos forrajeros fueron bajos con una selectividad directamente asociada a la disponibilidad.

En la **Tabla N° 19**, se presentan los índices de potencialidad generados para las zonas analizadas, indicando que en la zona denominada Sierra de Los Llanos, presentó el índice mas alto, 49.4 respecto a Chamental que tiene el valor 100, seguido por la zona Norte con 47.1; Sur con 38.6 y por último la zona Oeste con 4.9

En todos los casos, el índice de Potencialidad resultó ser menor a 100, por lo que, la producción caprina en estas zonas estaría definida por la oportunidad de la cabra en conseguir nuevas especies para su ingesta que no estarían presentes en la Zona Patrón, mejorando de esta forma su desempeño productivo. Esas especies en algunos casos son típicas de esos ambientes como las halófitas y crasas.

Tabla N° 19: Indice de Potencialidad promedio para la todas las Zonas

INDICE DE POTENCIALIDAD POR SITIO	MEDIA	DESV. EST.
CHAMICAL	100,0	0
SIERRA DE LOS LLANOS	49,4	25,2
NORTE	47,1	26,8
SUR	38,6	26,1
OESTE	4,9	6,9

Al asignar un índice 100 a la Zona Patrón es decir a la zona de Chamental, fue posible observar en la **Tabla N° 19** que los valores del mismo fueron en todos los casos inferior a la zona patrón, indicando una menor potencialidad en las diferentes zonas para producir caprinos en comparación a la producción lograda en la zona de Chamental que logró una producción de 12.3 kg de cabrito por cabra a los 30 días (Dayenoff *et al*, 1996).

En la zona Sur, si bien existe un índice de Potencialidad bajo, es posible que la aptitud para producir caprinos se incremente debido a la presencia de especies de interés forrajero como la *sampa* (*Atriplex cordobensis*) que está presente en algunos lugares, entre otras de interés, considerando el hábito alimentario de la cabra, oportunista y que consume una variedad de especies forrajeras en función de la oferta presente en ese momento y a lo largo del año, tal cual lo menciona Schwartz y Ellis (1981); indicando que los pequeños ungulados muestran ser más eficientes que los grandes en la cosecha de forrajes, incidiendo además sobre ejemplares con mayor contenido de proteína y superior digestibilidad.

En tanto que González (1984), menciona que la preferencia por los forrajes en el caprino está subordinada a la estación fenológica y particularmente a la accesibilidad espacial y al momento vegetativo de las diferentes partes de los distintos vegetales de una región.

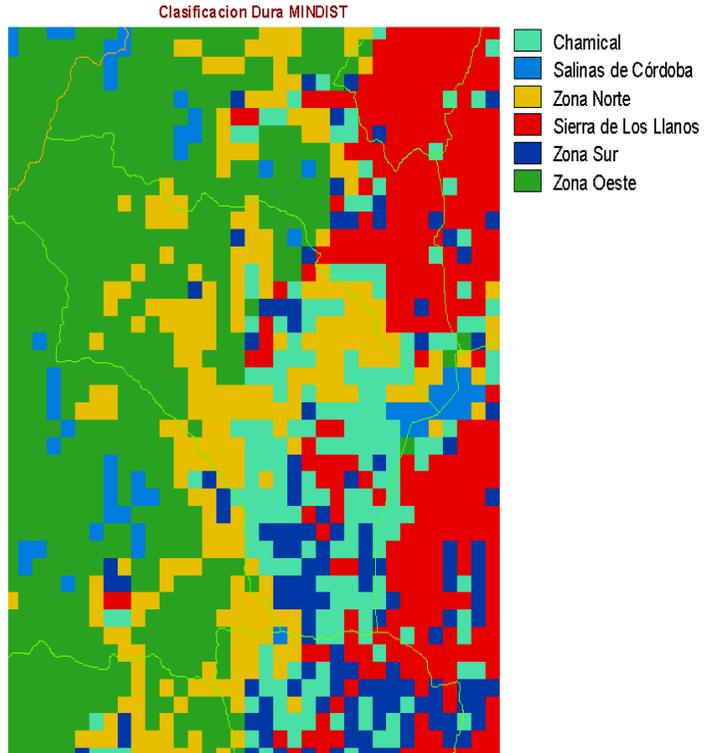
Así también, Shandruk (1979), citado por Warren *et al* (1984), mencionan que los arbustos fueron las especies consumidas mas importantes por las cabras Criollas en la zona de las Planicies del Sur de Texas. En tanto que la importancia de las gramíneas en la ingesta de las cabras criollas durante febrero, marzo y mayo sugieren que es posible la competencia con el ganado bovino en este período.

Por otra parte, Agraz García (1981), menciona que para un correcto uso de los ambientes por los caprinos es necesario establecer correctamente en cada zona de pastoreo el tiempo y superficie que debe explotarse, para obtener una buena productividad y no dañar los recursos naturales.

En tanto que Devendra (1987), menciona que tal vez la mayor ventaja de la cabra es su habilidad para subsistir y utilizar vegetación nativa y alimentos groseros en zonas áridas y semiáridas.

El mapa de Potencialidad para la producción caprina se presenta en la **Figura 8**, siendo el generado por el proceso de clasificación de IDRISI for Windows y análisis de vegetación arbustiva y arbórea de interés forrajero para los caprinos.

FIGURA N° 8: Mapa de Potencialidad para la Producción Caprina de Los Llanos de La Rioja



Referencias (Índice de Potencialidad para la producción caprina)

	OESTE : 4.9
	NORTE : 47.1
	CHAMICAL : 100
	SALINAS DE CORDOBA : NO SE CONSIDERO
	SIERRA DE LOS LLANOS : 49.4
	SUR : 38.6

Como lo muestra la **Tabla N° 20**, el 59 % de los índices generados se acumularon en los dos cuartiles inferiores, el siguiente 23 % se acumuló en el tercer menor cuartil, por lo tanto, es posible inferir que los datos no presentan una distribución normal.

Tabla N° 20: Tabla de distribución de frecuencias de los índices de potencialidad caprina.

Distribución de frecuencias

Variable	Clase	LI	LS	MC
FA	FR			
INDICES	1	0,00	20,59	
10,29 60	0,38			
INDICES	2	20,59	41,17	
30,88 34	0,21			
INDICES	3	41,17	61,76	
51,46 36	0,23			
INDICES	4	61,76	82,34	
72,05 19	0,12			
INDICES	5	82,34	102,93	
92,64 9	0,06			
INDICES	6	102,93	123,51	
113,22	1	0,01		
INDICES	7	123,51	144,10	
133,81	1	0,01		

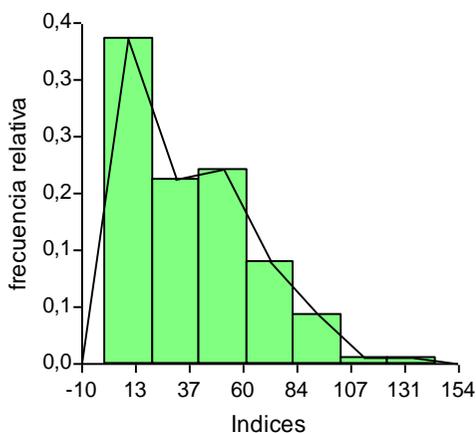
INFOSTAT VERSIÓN 1.1

Así también, es posible observar los mismos índices de potencialidad en un gráfico de distribución de

frecuencias generado por el mismo software INFOSTAT Versión 1.1, como lo muestra la **Figura N° 8**,

Figura N° 9: Frecuencia relativa de los índices de potencialidad caprina

Frecuencias Relativas de Índices de Potencialidad



En razón de lo observado en la **Tabla N° 20** de distribución de frecuencias se procedió a realizar la prueba de Normalidad de los residuos de los índices de cada sitio de entrenamiento para una inferencia basada en una muestra, usando el estadístico de Shapiro-Wilks

modificado, indicando que los índices no responden a una distribución normal con una probabilidad menor al $p < 0.01$ %, según lo muestra la **Tabla N° 21**, obtenido con el software INFOSTAT Versión 1.1

Tabla N° 21: Prueba de Normalidad de los residuos de los índices de los Sitios de Entrenamiento, según presentación de **INFOSTAT Versión 1.1**

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable (una cola)	n	Media	D.E.	W*	p
RDUO TOTALES	160	0,00	22,62	0,96	
<u><0,0001</u>					

INFOSTAT Versión 1.1

La falta de Normalidad viola los supuestos del análisis de la varianza para pruebas paramétricas, por lo cual, fue necesario recurrir al análisis de varianza según métodos no paramétricos, utilizando en este caso la prueba de Friedman, identificando diferencias estadísticas significativas al nivel del $p < 0.01$ % para cada sitio de entrenamiento, según lo muestra la **Tabla N° 22**

Esta prueba No Paramétrica a dos vías de clasificación permitió comparar las esperanzas de dos o

mas distribuciones cuando el diseño de la experiencia ha sido en bloques completamente aleatorizados sin necesidad de verificar el supuesto de normalidad. Esta prueba requiere que las observaciones sean independientes y que las varianzas poblacionales sean homogéneas.

Tabla N° 22: Análisis de la Varianza de los sitios de entrenamiento según Friedman.

Prueba de Friedman

SIERRA DE LOS QUINTEROS	OESTE	NORTE
SUR	T ²	p
	3,15	1,13
2,75	42,29	<0,0001

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos (21,209)

Tratamiento	Suma (Ranks)
Media (Ranks)	n
OESTE	45,00
1,13 40 A	
SUR	110,00
2,75 40 B	
NORTE	119,00
2,98 40 B	
SIERRA DE LOS LLANOS	126,00
3,15 40 B	

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,010)

La prueba indica que existieron diferencias significativas entre los sitios de entrenamiento del Oeste con los otros tres (Sur, Norte y Sierra de Los Llanos), no así entre los Sitios denominados Norte, Sierra de Los Llanos y Sur, con una probabilidad menor al $p < 0.01\%$.

La metodología de trabajo utilizada para arribar a los resultados presentados en este trabajo es un aporte al estudio del Chaco Arido a escala regional a través del uso de las tecnologías informáticas de la teledetección y análisis de imágenes seguidos por la comprobación a campo de la información obtenida, procedimiento sugerido por numerosas agencias internacionales que estudian procesos ambientales en zonas áridas a escala, junto a innovaciones puestas a prueba y desarrolladas en la Tesis.

A otros investigadores les queda la inmensa tarea de generar nuevos aportes o innovaciones al presente para el manejo en condiciones extensivas de pastoreo del caprino en Los Llanos de La Rioja a fin de contribuir al

manejo sustentable de estos ambientes frágiles por naturaleza.

6- Conclusiones

- El uso del índice verde (NDVI) de imágenes satelitales de escala regional NOAA tipo saci, permitió definir zonas homogéneas de vegetación en Los Llanos de La Rioja con el uso del SIG IDRISI for Windows.
- Existen dos zonas típicas Salinas de Córdoba (Salinas Grandes) y Oeste, la primera no participó del análisis ya que es una zona con vegetación particular (halófitas) y ocupa una muy reducida superficie y la otra, la denominada zona Oeste que si participó del análisis y presenta solo tres especies de interés forrajero para el caprino, por lo cual, su índice fue el mas bajo.
- El índice 100 establecido para la zona patrón fue un instrumento muy útil para poder comparar las diferentes zonas, visto la alta

diversidad de especies presentes en esta zona y las 11 principales especies que participan de la ingesta caprina.

- Es posible a través de la identificación y densidad de las especies arbustivas y arbóreas consumidas por el caprino, establecer un modelo que identifique la Potencialidad de una zona dada para producir cabras en condiciones extensivas en Los Llanos de La Rioja.
- Existen diferencias estadísticas entre los índices de potencialidad para la producción caprina en condiciones extensivas de pastoreo de las zonas del Oeste con el Sur, Norte y Sierra de Los Llanos. No existiendo diferencias significativas para las zonas de Sierra de los Llanos, Norte y Sur, con una $p < 0.01$ % en pruebas no paramétricas.

7- Bibliografía:

- AGRAZ GARCIA, Abraham. (1981). Cría y explotación de la cabra en América Latina. Edit. Hemisferio Sur. Bs. As. 476 Páginas.
- ALLUB, Leopoldo. (1993). Desarrollo de ecosistemas áridos. Edit. Fundación Universidad Nacional de San Juan. San Juan. Pag. 72 a 75.
- ANDERSON, David Lee. (1977). 6º Reunión Nacional para el estudio de las Regiones Áridas y Semiáridas. CAPERAS, UNCA, INTA. Catamarca. Pag. 44 a 50.
- AYERZA, Ricardo (h). (1984). Sistema de producción de carne en el Chaco Seco de Villa Dolores. III Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Áridas y Semiáridas. Catamarca. Orientación Gráfica Editora S.R.L. Pag. 5 a 25.
- AYYAD, Mohamed A. (1986). Una perspectiva ecológica de conservación de regiones áridas. Centro de investigación de Zonas Áridas. Universidad Nacional Agraria, La Molina. Lima, Perú. Num. 4. pag. 7 a 10.
- BAZAN, ORLANDO. (1994). Observatorio Meteorológico EEA, INTA La Rioja.
- BIURRUN, Fernando. (1996). Provincia de La Rioja. La región de Los Llanos. El deterioro del ambiente en la Argentina (suelo-agua-vegetación-fauna). FECIC. Orientación Gráfica Editora. 3ª Edición. Pag. 118.
- BIURRUN, Fernando N. y Carlos A. FERRANDO. (1983). Delimitación de las Subregiones de Vegetación de Los llanos de La Rioja. (1:250.000). Bosquejo preparado para la compilación de datos planteada por la II Reunión del Grupo Técnico Regional de Pasturas de Área Tropical y Subtropical-Subregión Chaco. INTA, EEA La Banda. Diciembre de 1982. Sgo. del Estero. 5 Páginas.
- BOURBOUZE, A. y J. COMBES. (1982). Feeding behaviour and level of intake of dairy goats browsing at humid mountain ranges. proceeding of the III Third International Conference on Goat Production and Diseases. Tucson, Arizona, U.S.A. Dairy Goat Journal Publishing Co. Pag. 531. Abstract.
- BOZA, J. (1997). Planificación ganadera de zonas desfavorecidas. El caprino como su principal actividad. Curso teórico-práctico sobre calidad de carne de cabritos y quesería artesanal. Villa Mercedes. San Luis. Pag. 1-22.
- BRAUN WILKE, Rolando H. (1986). Problemática de las regiones áridas de la Argentina. Zonas Áridas. Centro de Investigación de Zonas Áridas. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Lima, Perú. Nº 4. Pag. 11 a 20.
- BRAUN WILKE, Rolando H. (1973). Estudio de comunidades vegetales: conceptos y métodos. Dpto. de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. Pag. 1 a 40.
- BROCK, B. AND CLENTON E. OWENSBY. (2000). Predictive model for grazing distribution: A GIS approach. Journal of Range Management. Vol. (53) 1, January. Pag. 39-46.
- BROWER, James E. and Jerrold H. Zar. (1979). Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. USA. 194 Pag.
- CABRERA, Angel (1976). Regiones fitogeográficas argentinas. Ed. ACME S.A.C.I. Bs. As. Pag. 1-27.
- CALELLA, Héctor F. y Raúl F. CORZO. (1989). Manejo de pastizales naturales en Los Llanos de La Rioja. Forrajeras y Cultivos Adecuados para la región Chaqueña Semiárida. Curso Taller Internacional. La Rioja, Argentina. Agosto de 1988. Red de Cooperación Técnica en uso de los Recursos Naturales en la región Chaqueña Semiárida. Argentina - Bolivia - Paraguay. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. Pag. 27 a 45.
- CALELLA, Héctor. (1986). Características de la actividad ganadera en la provincia de La Rioja. V Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Áridas y Semiáridas. La Rioja. Tomo I. Orientación Gráfica Editora S.R.L. Bs. As. Pag. 154 a 174.
- CAREW, B. A. R. (1982). Free choice response of goats extensively managed in a Tropical environment. Proceeding of the III Third International Conference on Goat Production and Diseases. Tucson, Arizona, U.S.A. Dairy Goat Journal Publishing Co. Pag. 520. Abstract.
- CARNEIRO, H.; ARAUJO FILHO, J. A. and S. M. A. CRISPIN. (1987). Goat diet in a lowered Caatinga. Proceeding of the IV International Conference on Goats. Vol II. Brasilia, Brasil. EMBRAPA. Abstracts. Pag. 1434-1435.
- CASEY, N. (1987). Meat production and meat quality from Boer goats. Proceeding of the IV International Conference on Goats. Brasilia. Vol 1:211-240.
- CREQUE, Jeffrey A.; BASSETT, Scott D. and Neil E. West. (1999). Viewpoint: Delineating ecological sites. Journal of Range Management. Vol. 52 Nº 6. Pag: 546-549. USA.
- DAYENOFF, Patricio M. (1998). Contribución al estudio de la sustentabilidad de la ganadería caprina en el Chaco Árido, Argentina. Universidad de Murcia. Murcia. España. Tesis Doctoral. Pag. 1-208.

DAYENOFF, P.; BOLAÑO, M.; CARRIZO, H. y LEGUIZA, D. (1996). FORMACIÓN DEL PRECIO DEL CABRITO: Sistema de explotación tradicional vs alternativa de empresa de base tecnológica (costos y productividad). Recopilación de trabajos Area Producción Caprina Período 1986-1996, DAYENOFF, P. y BOLAÑO, M.; INTA –UNLAR.

DE ALMEIDA LIMA, M. (1987). Utilization of native lowered and thinned Caatinga by goats in the semi-arid region of Pernambuco, Brasil. I Botanical composition of diets. Proceeding of the IV International Conference on Goats. Volume II. Brasilia, Brasil. EMBRAPA. Pag. 1432. Abstract.

DE ARAUJO FILHO, J. A. (1987). Combined species grazing in extensive Caatinga conditions. Proceeding of the IV International Conference on Goats. Volume II. Brasilia, Brasil. EMBRAPA. Pag. 947 a 954.

DEVENDRA, C. (1987). The role of goats in food production systems in industrialised and developing countries. Proceeding of the IV International Conference on Goats. Vol I. Brasilia, Brasil. EMBRAPA. Pag. 3-40.

DEVENDRA, C. (1987). Feed resources and their relevance in feeding systems for goats in development on Goats. Volume II. Brasilia, Brasil. EMBRAPA. Pag. 1037 a 1062.

DIAZ, Raúl O. y KARLIN, Ulf O. (1987). Las leñosas en los sistemas de producción (Chaco Árido). Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas. Mendoza. Edit. Orientación Gráfica Editora S. R. L. 2ª Edición. Bs. As. 1983.

DONOSO, Claudio. (1994). Ecología forestal. El bosque y su medio ambiente. Edit. Universitaria S.A. Universidad Austral de Chile. 4ª Edición. Santiago, Chile. 369 Páginas.

DREGNE, H. (1987). Envergadura y Difusión del Proceso de Desertificación. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) Comisión de la URSS de los Asuntos de PNUMA. Colonización de los Territorios Áridos y Lucha Contra la Desertificación: Enfoque Integral. Moscú. Centro de los Proyectos Internacionales. GKNT. Cap. 1. Pag. 10 a 17.

FERRANDO, Carlos. A. (1986). La raza Criolla en La Rioja: Algunos resultados preliminares. Ganado Bovino Criollo. Orientación Gráfica Editora S.R.L. Bs.As. 1ª Edición. Pag. 17 a 24.

GARCIA, O. and C. GALL. (1981). Goats in the dry tropics. Cap. 16. Goat Production. Edited by C. Gall. 1981. Academic Press. London. Pag. 515-556.

GOMEZ, Juan C.; CALELLA, H. F.; CORZO, R. F. y Adán A. REYNOSO. (1993). Mapa de las Subregiones de Vegetación y Suelo del Chaco Árido de La Rioja. Convenio CFI - Gobierno de La Rioja (Dir. de Ganadería) - IZA (UPLR). Publicado por GTZ, La Rioja. Proyecto de Desarrollo Rural Integral de Los Llanos. 162 Páginas.

GONZALEZ, H. (1984). Composición botánica de la dieta de caprinos en el norte de Zacatecas. Iª Reunión Nacional sobre Capricultura. UAAN. saltillo. Coah. México. 21 Pag.

GOWARD, Samuel N. and Karl F. HUENNRICH (1992) Vegetation Canopy PAR Absorptance and the Normalized Difference Vegetation Index: An Assessment Using the SAIL Model. Remote Sensing Environment. Elsevier Science Publishing Co. Inc. 39:119-140

GRUNBLATT, J. OTTICHILD, W. K. and R. K. SINANGE. (1992). A GIS approach to desertification assessment and mapping. Journal of Arid Environments. Vol. 23. Page 81 to 102. Academic Press. London.

HARRINGTON, Graham H. (1982). Grazing behaviour of the goat. Proceeding of the III Third International Conference on Goat Production and Diseases. Tucson, Arizona, U.S.A. Dairy Goat Journal Publishing Co. Pag. 398-403

HYDER, P. W. ; Fredrickson E. L.; REMMENG, M. D.; ESTELL, R. E.; PIEPER, R. D. and D.M. ANDERSON. (2003). A digital photographic technique for assessing forage utilization. Journal of Range Management. March. Volume 56:140-145. Abstract.

HUSS, D. (1993). Papel del ganado doméstico en el control de la desertificación. FAO. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 113 Páginas.

HUSS, D.; BERNARDON, A; ANDERSON, D. y Jorge BRUN. (1982). Manual de capacitación en manejo de pastizales naturales. Borrador. INTA, Argentina. Pag. 234- 254.

JOHNSON, W. L. and J. E. VAN EYS. (1987). Recent concepts in tropical forage utilization by goats. Proceeding of the IV International Conference on Goats. Vol II. Brasilia, Brasil. EMBRAPA. Pag. 1063-1076.

JURIO, Elsie M. and Robert A. van ZUIDAM. (1998). Remote sensing, synergism and geographical information system for desertification analysis: an example from northwest Patagonia, Argentina. I.T.C. Journal 3/4. Pages 209 to 217.

KARLIN, Ola Ulf (1985) Importancia del árbol en la producción animal (Subtrópico Seco Argentino). IV Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas aridas y Semiáridas. Salta. Tomo I Orientación Gráfica Editora. Pag. 141-180.

KARLIN, Ulf O. y Gustavo BRONSTEIN. (1986). Caracterización de los sistemas de producción del árido subtropical argentino. V Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Áridas y Semiáridas. La Rioja. Tomo II. Orientación Gráfica Editora S.R.L. Bs. As. Pag. 439 a 448.

KARLIN, Ulf Ola Torkel; CATALAN, Leonor Ana y Rubén Omar Coirini. (1994) La naturaleza y el hombre en el Chaco Seco. Fac. de Ciencias Agropecuarias – UNC. Proyecto GTZ Desarrollo Agroforestal en Comunidades Rurales del Noroeste Argentino. Salta.

KARRAR, Gaafar and Daniel STILES. (1984). The global status and trend of desertification. *Journal of Arid Environments*. Academic Press. London. Vol. 7. Num. 4. Pag. 309 to 312.

KASSAS, M. (1995). Desertification: a general review. *Journal of Arid Environments*. London. Vol. 30. Num. 2. Pag. 115 a 128.

KIMSA, Jorge F.; MARLENKO, Natalia; PIATTIA, Leonardo M. y BRIZUELA Armando B. (1986). Análisis de los recursos naturales renovables y no renovables en el norte de La Rioja. V Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Áridas y Semiáridas. La Rioja. Orientación Gráfica Editora S.R.L. Bs. As. Tomo II. Pag. 489.

LAFON, Héctor R. (1970). Climatología. Manual de Historia y Geografía de La Rioja. Tomo II. Geografía. Compañía Editora Riojana. S.R.L. Bs. As. Pag. 161 a 170.

LANDSBERG, J.; O'CONNOR, T. AND DAVID FREUDENBERGER. (1999). The impacts of livestock on biodiversity in natural ecosystems. Nutritional ecology of herbivores. Proceedings of the V International Symposium on the Nutrition of Herbivores. Published by the American Society of Animal Science. Savoy. USA. Pag. 752-777.

LAYCOCK, William A. (1993). New perspectives on ecological condition of rangelands: Can state and transition or other model better define condition and diversity? Department of range management. University of Wyoming. Laramie, WY. USA.

LUTI, Ricardo. (1977). 6º Reunión Nacional para el Estudio de las Regiones Áridas y Semiáridas. CAPERAS, UNCA, INTA. Catamarca. Pag. 7 a 10.

MAGUIRE, David J. (1991). Computers in geography. Longman Scientific and Technical. 1ª Reprinted in 1991. Chapter 10. Geographical Information System. Pages 171 to 193. Hong Kong.

MARTINEZ CARRETERO, Eduardo. (1989) El dinamismo de la vegetación y la desertificación. Detección y control de la desertificación. Conferencias, trabajos y resultados del Curso Latinoamericano. Mendoza. 1987. Edit. Zeta Editores Pag. 91 a 94.

MASHBITZ, Ya. G. (1987). Potenciación de las regiones áridas de América Latina. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Comisión de la URSS de los asuntos de PNUMA. Colonización de los territorios áridos y lucha contra la desertificación: Enfoque integral. Moscú. Centro de los Proyectos Internacionales. Cap. XVI. Pag. 99 a 103.

MATTEUCCI, Silvia D. y Aida COLMA. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. O.E.A. Washington, D. C. USA. Pag. 1 a 168.

MCLENDON, Terry And Bill E. DAHL. (1983) A method for mapping Vegetation Utilizing Multivariate Statistical Techniques. *Journal of Range Management*. 36 (4) July 457-462.

MERRILL, L. B. And C. A. TAYLOR. (1981). Diet Selection, Grazing Habits and the place of goats in range management. Cap. 7. Goat Production. Edited by C. Gall. Academic Press. 1981. London. Pag. 233-252.

MICHELENA, Roberto O. (1996). Provincia de La Rioja. Análisis de los factores de degradación. El Deterioro del Ambiente en la Argentina (suelo-agua-vegetación-fauna). FECIC. Orientación Gráfica Editora S.R.L. 3ª Edición. 519 Páginas.

MILTON, Suzanne; DEAN, W. Richard; PLESSIS, Morné A. du and W. Roy SIEGFRIED. (1994). A Conceptual Model of Arid Rangeland Degradation. The escalating cost of declining productivity. *BioScience*. Vol 44. Nº 2.

MORAND-FEHR, P. y D. SAUVANT. (1990). Alimentación de caprinos. Alimentación de Bovinos, Ovinos y Caprinos. Versión Española de Javier Gonzales Cano. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Pag. 253 a 273.

MORAND-FEHR, P. and D. SAUVANT. (1987). Feeding strategies in goats. Proceeding of the IV International Conference on Goats. Vol II. Brasilia, Brasil. EMBRAPA. Pag. 1275-1302.

MORELLO, J. H.; PROTOMASTRO, J.; SANCHOLUZ, L. A. y BLANCO, C. (1973). Estudio macroecológico de Los Llanos de La Rioja. Ministerio de Economía, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Administración de Parques Nacionales. Serie del Cincuentenario. Pag. 7-8.

PAPADAKIS, JUAN. (1974). Ecología. Posibilidades agropecuarias de las provincias argentinas. Fascículo 3. Tomo II. Edit. ACME SACI. Bs. As. 2ª Edición. 104 Páginas.

PLANT, R. E.; VAYSSIÉRES, M. P.; GRECO, S. E.; GEORGE, R. AND THEODORE E. ADAMS. (1999). A qualitative spatial model of hardwood rangeland state-and-transition dynamics. *Journal of Range Management*. Vol. 52 (1) January. 51-59.

PRIMERA CONFERENCIA REGIONAL PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE SOBRE LA CONVENCION INTENCIONAL DE LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACION. (1996). Bs. As. 24-26 Enero. República Argentina. Documento Nacional.

RABINOVICH, J. E. (1969). El análisis de sistemas en ecología. La Ciencia en Venezuela. Comisión de Cultura. Universidad de Carabobo, Valencia. Venezuela. Pag. 228-243

ROIG, Virgilio G. (1980). Feasibility study for control of the processes on desertification and reconnaissance of natural resources in critical zones of South America: Argentina, Chile and Peru. International Cooperation to Combat Desertification. United Nations Desertification Conference. 134 Páginas.

SARAVIA TOLEDO, Carlos y Elvio M. del CASTILLO. (1986). Regeneración de cepa en especies arbóreas del Chaco Occidental Argentino. V Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Áridas y Semiáridas. Tomo II. Orientación Gráfica Editora S.R.L. La Rioja, Argentina. Pag. 382 a 405.

SARAVIA TOLEDO, Carlos. (1984). Manejo Silvo Pastoril en el Chaco Noroccidental de Argentina. III Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Áridas y Semiáridas. Catamarca. Orientación Gráfica Editora S.R.L. Bs. As. Pag. 26 a 50.

SCHWARTZ, H. J. y W. SCHULTKA. (1987). Dietary preferences and feed intake behavior of small east african goats on a Semi-arid Thornbush Savannah. Proceeding of the IV International Conference on Goats. Volume II. Brasilia, Brasil. EMBRAPA. Pag. 1306 a 1307. Abstract.

SCHWARTZ, C. and ELLIS, T. (1981). Feeding ecology and niche separation in some native and domestic ungulates. Journal of Applied Ecology. 18:343-353.

SCOPETTA, Nestor A. (1994). Enfoque probabilístico para evaluación de incorporación de tecnología ganadera y aplicación al caso de Llanos de La Rioja. Tesis Magister Scientiae, Fac. de Agronomía, UBA. 141 Páginas.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. (2003). Dirección de Ganadería. Area caprinos. Bs. As. Informe Anual.

SECRETARIA PROVISIONAL DE LA CONVENCION DE LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACION. (1995). Con los pies en la Tierra. Guía simplificada de la Convención de lucha contra la desertificación para saber Por Qué es necesaria y Que tiene de importante y diferente?. Secretaría Provisional de la Convención de Lucha contra la Desertificación. Suiza. 33 Páginas.

SIDAHMED, Ahmed E. y James G. MORRIS. (1982). Foraging behavior of Spanish goats browsing California Chaparral. Proceeding of the III Third International Conference on Goat Production and Diseases. Tucson, Arizona, U.S.A. Dairy Goat Journal Publishing Co. Pag. 531. Abstract.

SOMLO, R.; BONVISSUTO, G. L.; MORIOZ DE TECSO, E. P. y A. PELLIZA DE SBRILLER. (1987). Botanical and Chemical composition of Angora goats diet in a shrubland of Patagonia. Proceeding of the IV International Conference on Goats. Volume II. Brasilia, Brasil. EMBRAPA. Pag. 1394. Abstract.

TARTARA, Enzo J. L. y Rubén O. COIRINI. (1986). Sistemas de uso múltiple para el Chaco Árido: Enfoque económico. Pag. 467 a 481. V Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Áridas y Semiáridas. La Rioja. Tomo II. Orientación Gráfica Editora S.R.L. Bs. As.

THOMA, David P.; BAILEY, Derek W.; LONG, Daniel S.; NIELSEN, Gerald A.; HENRY, Mari P.; BRENNEMAN, Meagan C., and Clifford MONTAGNE. (2002). Short-term monitoring of rangeland forage conditions with AVHRR imagery. Journal of Range Management. July. Volume 55:383-389. Abstract.

THORNE, Mark S.; SKINNER, Quentin D.; SMITH, Michael A.; RODGERS, J. Daniel; LAYCOCK, William A. and Sule A. CEREKCI. (2002). Evaluation of a technique for measuring canopy volume of shrubs. Journal of Range Management. May. Volume 55:235-241. Abstract.

TORRES BRUCHMANN, Eduardo. Aridez. (1976). Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán. Serie Didáctica N° 41. 22 Pag.

TSIUOVARAS, C.; HAVLICK, N. and BARTOLOME, J. (1989). Effect of goats on understory vegetation and fire hazard reduction in a coastal forest in California. Forest Science. 35:1125-1131

TUELLER, Paul T. (1989). Remote sensing technology for rangeland management applications. Journal of Range Management. Vol. 42 (6). Pages 442 to 453. USA.

UNESCO. (1982). Desarrollo de zonas áridas y semiáridas, obstáculos y perspectivas (MAB, notas técnicas N° 6) Ediciones del Serbal, Barcelona, España. 87 Páginas.

URESK, Daniel. (1990). Using multivariate techniques to quantitatively estimate ecological stages in a mixed grass prairie. Journal of Range Management. 43 (4) July. 282-285.

VAN SOEST, P. J. (1987). Interactions of feeding behavior and forage composition. Proceeding of the IV International Conference on Goats. Vol II. Brasilia, Brasil. EMBRAPA. Pag. 971-987.

VERA, Juan Carlos. (1989). Eficiencia biológica del ecosistema de pastizales. Forrajes y Cultivos Adecuados para la región Chaqueña Semiárida. Curso Taller Internacional. Red de Cooperación Técnica en uso de los recursos naturales en la región Chaqueña Semiárida. Argentina-Bolivia-Paraguay. Ofician Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile. La Rioja, Argentina, agosto de 1988. Pag. 11 a 25.

VERMEIRE, Lance T., GANGULI, Amy C. and Robert L. GILLEN. (2002). A robust model for estimating standing crop across vegetation types. Journal of Range Management. September. Volume 55:494-497. Abstract.

WARREN, L. E.; LECKERT, D. N.; SHELTON, M. and A. D. CHAMRAD. (1984). Spanish Goat diets on mixed -brush range-land in the South Texas Plains. Journal of Range Management. U.S.A. Vol. 37, Num. 4. Pag. 340 a 342

WARREN, L. E.; LECKERT, D. N. y J. M. SHELTON. (1982). Diet selectivity of various types of goats and sheep under Texas (USA) conditions. Proceeding of the III Third International Conference on Goat Production and Diseases. Tucson, Arizona, U.S.A. Dairy Goat Journal Publishing Co. Pag. 519. Abstract.

WIENS, John A. (1976). Population responses to patchy environments. Ann. Rev. Ecol. Syst. 7:81-120 Annual Reviews Inc.

WILSON, R. T. (1987). The integration of goats in the livestock systems of arid and semi-arid africa. Proceeding of the IV International Conference on Goats. Vol II. Brasilia, Brasil. EMBRAPA. Pag. 919-931.

ZONN, Y. S. y N. S. ORIOVSKI. (1987). Factores antropogénicos de la desertificación. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Comisión de la URSS de los asuntos de PNUMA. Colonización de los territorios áridos y lucha contra la desertificación: Enfoque integral. Centro de los Proyectos Internacionales. GKNT. Moscú. Cap. II. Pag. 17 a 24.

ZUO, Haitao and Mary S. Miller-Goodman. (2003). Journal of Range Management. March. Volume 56:146-151. Abstract.