



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**BIORREPELENTES COMO DETRACTORES DE
DESCORTEZAMIENTO ÁRBOREO, SU EFICACIA CON
CAPRINOS.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A:

JUAN JESÚS PÉREZ LAGUNA

ASESOR: M.C. FRANCISCO ESPINOSA AVIÑA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 UNIDAD DE ADMINISTRACION ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
 FACULTAD DE ESTUDIOS
 SUPERIORES - CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO
 DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLAN
 PRESENTE

ATN: L.A. ARACELI HERNANDEZ
 Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales de la FES Cuautitlán.

Con base en el Art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la Tesis:

Biorrepelentes como detractores de descortezamiento
arbóreo, su eficacia con caprinos.

Que presenta el pasante Juan Jesús Pérez Laguna

Con número de cuenta: 09925176-9 para obtener el título de:

Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
 Cuautitlan Izcalli, Mex. a

PRESIDENTE Ing. Adolfo José Manuel Ochoa Ibarra

VOCAL Ing. Edgar Ornelas Díaz

SECRETARIO M.enC. Francisco Espinoza Avina

1er SUPLENTE Ing. Minerva Chávez Germán

2º SUPLENTE M.enC. María Elena Quintana Sierra

DEDICATORIAS

A Dios por darme y proveerme de vida.

A mis padres Jesús Pérez Vazquez y Guadalupe Laguna Aviles por brindarme incondicionalmente su apoyo y amor durante todo este tiempo, además de darme siempre el mejor ejemplo, y ofrecerme excelentes consejos que me han ayudado a crecer como persona y sobre todo por ser las personas que más admiro y respeto. GRACIAS POR SER MIS PADRES.

A mis hermanos Antonio y Juan Pablo, los quiero, sigan siempre para adelante, tengan muchos sueños y luchen por ellos.

A mis abuelitos Ramón Laguna y Catalina Aviles †Alfonso Pérez y †Antonia Vazquez por ofrecerme su cariño y amor.

A mis tíos Javier Pérez y Felipe Pérez por apoyarme en todos aspectos para lograr esta meta.

AGRADECIMIENTOS

A la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) y a la FES C-4 (Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan) por formarme profesionalmente.

Al Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Agrosilvopastoril (CEIEPASP) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, por todas las facilidades brindadas para realizar esta investigación

Al MVZ Eduardo Hernández Guzmán y su familia por brindarme su apoyo, confianza y amistad. Gracias Compadre.

Al los profesores que me ayudaron con sus sugerencias, y revisiones durante la realización de este trabajo en especial a mi asesor de tesis M.C. Francisco Espinosa Aviña, el Ing. Edgar Órnelas, y la Ing. Consuelo Panigua.

A todo el personal y compañeros del CEIEPASP en especial a Teresa Gutiérrez, Carmen Ramirez, MVZ Gerardo García y M.C. Guillermo Espinoza.

A la Ing. Liliana Pineda Aguirre por su amistad y apoyo incondicional para la terminación de esta tesis.

A todos los amigos que conocí durante el desarrollo de este trabajo que de alguna u otra forma ayudaron a mejorar este trabajo de investigación con sus sugerencias y opiniones en especial al Ing. Lucas Madrigal Huendo

A los compañeros y amigos de la Facultad en especial a Cristian Velazquez, Isaias Gonzáles Ana Lilia Rodríguez y Daniela Brena.

A todos mis amigos que me han brindado incondicionalmente su amistad en especial a Hugo García, Tania Domínguez, Nadime Rosas, Eder Hernández y Alejandro Hernández.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página.
ÍNDICE DE CUADROS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	V
RESUMEN	VII
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.2 Objetivos Particulares	2
1.3 HIPÓTESIS	2
II REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 El alcance y potencial de la Agroforestería	3
2.2 La Agroforestería	4
2.3 La Agroforestería en México	5
2.4 Ventajas de los Sistemas Agroforestales	7
2.4.1 Adición de Nutrientes	7
2.4.2 Conservación del Agua	7
2.4.3 Conservación del Suelo	7
2.4.4 Control de Malezas	8
2.4.5 Los árboles se benefician de los cultivos en los sistemas agroforestales	8
2.4.6 Los animales se benefician de los sistemas agroforestales	8
2.5 Clasificación de Sistemas Agroforestales	8
2.5.1 Sistemas Silvopastoriles	9
2.5.1.1 Tipos de Sistemas Silvopastoriles	9
2.5.1.2 Pastoreo en Plantaciones Maderables o Frutales	9
2.6 Interacción de los componentes	10
2.6.1 Interacción leñosa perenne – pastura	10
2.6.2 Interacción animal – pastura	11
2.6.2.1 Selectividad	11
2.6.2.2 Pisoteo	11
2.6.2.3 Compactación del suelo	11
2.6.2.4 Deposición de excretas	12
2.6.3 Interacciones leñosas perenne – animal	12
2.6.3.1 Regulación de Estrés Climático	12

2.6.3.2 Sombra y regulación de la temperatura corporal	12
2.6.3.3 Protección contra el viento	13
2.6.3.4 Interacciones negativas	13
2.7 Importancia de la Caprinocultura	14
2.8 Etología Caprina	15
4.8.1 Órganos de los sentidos	16
4.8.2 Comportamiento Caprino en Pastoreo	18
4.8.3 Ramoneo Caprino	20
4.8.4 Rechazo de animales al forraje por efecto de sus Excretas	20
2.9 Importancia del <i>Pinus greggii</i>	21
2.9.1 Nombres comunes	21
2.9.2 Distribución.	21
2.9.3 Descripción botánica.	21
2.9.3.1 Árbol.	21
2.9.3.2 Hojas.	21
2.9.3.3 Ramas y ramillas.	21
2.9.3.4 Madera	21
2.9.4 Importancia económica.	22
2.10 Manejo de Agostaderos	22
2.10.1 Métodos de Pastoreo	23
2.10.2 Pastoreo Continuo	23
2.10.3 Pastoreo Rotacional	24
2.10.4 Pastoreo Racional	24
2.10.5 Métodos Sistematizados	24
2.10.5.1 Pastoreo Holístico o Pastoreo Savory	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1 Descripción del área de estudio	26
3.1.1 Localización, extensión y límites	26
3.1.2 Clima	26
3.1.3 Suelo	26
3.1.4 Vegetación	27
3.2 Áreas de Pastoreo	27
3.2.1 Características de las parcelas	27
3.3 Forma de Pastoreo	27
3.4 Tratamientos	28
3.5 Elaboración de Soluciones de Excretas y Ajo (<i>Allium sativa</i> L.)	28
3.6 Aplicación de soluciones.	28
3.7 Mediciones y determinaciones realizadas	29
IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS	31
4.1 Eventos visuales	31

4.2 Eventos olfativos	32
4.3 Eventos de lengüeteo	34
4.4 Eventos de bipedestación	35
4.5 Eventos de ramoneo	36
4.6 Eventos de descortezamiento	39
V. CONCLUSIONES	43
VI RECOMENDACIONES	44
VII. BIBLIOGRAFÍA	45
VIII. ANEXOS	51

ÍNDICE DE CUADROS

	Página.
Cuadro 1. Tratamientos Evaluados	28
Cuadro 2 Análisis de Varianza de los eventos visuales.	31
Cuadro 3. Resultados de comparación de medias de los eventos visuales.	32
Cuadro 4. Análisis de Varianza de los eventos olfativos	32
Cuadro 5. Resultados de Comparación de Medias de los eventos olfativos	33
Cuadro 6. Resultado de Comparación de Medias de los bloques en los eventos olfativos.	33
Cuadro 7 Análisis de Varianza de los eventos de lengüeteo.	34
Cuadro 8. Resultados de Comparación de Medias en los eventos de lengüeteo.	34
Cuadro 9. Resultado de Comparación de Medias de bloques en los eventos de lengüeteo.	35
Cuadro 10 Análisis de Varianza de los eventos de bipedestación	35
Cuadro 11 Resultado de Comparación de Medias de eventos de bipedestación.	36
Cuadro 12 Análisis de Varianza de los eventos de ramoneo.	37
Cuadro 13 Resultado de Comparación de Medias de eventos de ramoneo.	37
Cuadro 14. Resultado de Comparación de Medias de los bloques de eventos de ramoneo.	38
Cuadro 15 Análisis de Varianza de los eventos de descortezamiento.	39
Cuadro 16 Resultado de Comparación de Medias de los eventos de descortezamiento.	40
Cuadro 17. Resultado de Comparación de Medias de los bloques en los eventos de descortezamiento	40
Cuadro 18. Porcentaje de Árboles Descortezados	41

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página.
Fig. 1. Interacciones ecológicas y económicas entre los componentes de un sistema agroforestal: árboles, cultivos y animales.	5
Fig. 2 Interacción de componentes en los Sistemas Agroforestales.	10
Fig. 3 Órgano Vomeronasal.	17
Fig. 4 Esquema de Respuesta Alimentaria.	19
Fig. 5 Ubicación geográfica del municipio de Chapa de Mota.	26
Fig. 6 Aplicación de biorrepelente en los pinos (<i>Pinus greggii</i>).	29
Fig. 7 Bipedestación caprina.	36
Fig.8 Ramoneo de la cabra sobre los pinos (<i>Pinus greggii</i>).	38
Fig. 9 Actividad de rumia de las cabras durante el pastoreo.	39
Fig. 10 Descortezamiento arbóreo provocado por la cabra.	41

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página.
Anexo 1. Evaluación del Pastizal	51
Anexo 2. Equivalencias de ganado mayor y menor	52
Anexo 3. Coeficientes de Agostadero por entidad Federativa	53
Anexo 4. Registro de conductas del hato caprino en pastoreo utilizando detractores de descortezamiento	54
Anexo 5 Comportamiento caprino en el tratamiento de solución de excretas de bovino durante el periodo de pastoreo CEIEPASP 2008.	55
Anexo 6 Comportamiento caprino en el tratamiento de solución de excretas de ovino durante el periodo de pastoreo CEIEPASP 2008.	55
Anexo 7 Comportamiento caprino en el tratamiento de solución de excretas de caprino durante el periodo de pastoreo CEIEPASP 2008.	55
Anexo 8 Comportamiento caprino en el tratamiento de solución de excretas de conejo durante el periodo de pastoreo CEIEPASP 2008.	55
Anexo 9 Comportamiento caprino en el tratamiento de solución testigo durante el periodo de pastoreo CEIEPASP 2008.	56
Anexo 10 Comportamiento caprino en el tratamiento de solución de ajo (<i>Allium sativum L.</i>) durante el periodo de pastoreo CEIEPASP 2008.	56
Anexo 11 Comportamiento caprino en el tratamiento de solución de excretas de equino durante el periodo de pastoreo CEIEPASP 2008	56
Anexo 12 Comportamiento caprino en el tratamiento de solución de excretas de porcino durante el periodo de pastoreo CEIEPASP 2008	56

RESUMEN

Se evaluó la eficacia de diversos tipos de biorrepelentes, para evitar el descortezamiento de árboles producido por las cabras, bajo una práctica de pastoreo en una plantación forestal. El estudio se desarrolló en un predio ubicado en el municipio de Chapa de Mota, Estado de México, durante el año 2008. Se utilizaron ocho parcelas en condiciones similares de cobertura herbácea y arbórea, con un arreglo de Pastoreo en Callejones ("*Alley Farming*"). Cada parcela tuvo un área de asignación de 597 m², dentro de las cuales se encontraban árboles (*Pinus greggii*) de diámetros (DAP) que iban desde los 3 cm hasta los 15 cm. Se pastoreo con un hato de 30 cabras hembras de la raza alpino francés. El diseño experimental fue en bloques completamente al azar con ocho tratamientos: excretas caprinas, excretas equinas, excretas porcinas, excretas bovinas, excretas ovinas, excretas de conejo, extracto de ajo (*Allium sativa L.*) y un testigo; cada uno de los tratamientos con tres repeticiones, se utilizó una comparación de medias de Tukey. En el comportamiento caprino se evaluaron las actitudes que tenía la cabra en el momento que esta interactuaba con el árbol (contacto visual, contacto olfativo, lamer, bipedestación, ramonear, descortezar) utilizando etogramas. Se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$), con relación al tiempo de pastoreo u hora de pastoreo en las variables de contacto olfativo, lengüeteo, ramoneo y descortezamiento.

La impregnación de la corteza de los árboles jóvenes (*Pinus greggii*), con soluciones a base de ajo (*Allium sativa L.*) o excretas animales reduce la presión de descortezamiento de los mismos por parte de las cabras.

Palabras clave: Descortezamiento, ramoneo, cabras, *Pinus greggii*, pastoreo, pastoreo en callejones.

I. INTRODUCCIÓN

Los retos que confrontan la agricultura actualmente parecen ser inmensos. Las estrategias de desarrollo agrícola debe centrarse en aumentar la producción de alimentos y tenerlos disponibles para una población incrementada, y simultáneamente debe revertir la degradación creciente de los recursos naturales.

La asociación de arboles y arbustos con cultivos y/o ganado, es una practica que representa una de las opciones mas viables para la conservación del suelo, de los recursos genéticos silvestres, y reducir la presión sobre los bosques. En el presente, estas prácticas han sido ordenadas y sistematizadas bajo el titulo de Sistemas Agroforestales. Dentro de sus modalidades y posibles combinaciones encontramos a los Sistemas Agrosilvopastoriles, que tienen como característica el aprovechamiento racional, de la ganadería y los cultivos, conjuntamente con el recurso forestal, constituyendo un sistema de uso múltiple, en el que podemos usar el pastoreo rotacional en franjas como una herramienta dentro de esta forma de uso de la tierra (Krishnamurthy 1999)

Sin embargo la combinación de la ganadería y el establecimiento de árboles forestales se vuelven incompatibles cuando el follaje de las especies arbóreas en sus primeros años de edad (arbolito), es consumido por el ganado en preferencia a las especies forrajeras herbáceas. Diversas alternativas de protección de los arbolitos del daño del ganado han sido pensadas: barreras físicas por cada árbol, uso de cercas eléctricas, uso de repelentes químicos y la suspensión del pastoreo hasta que los árboles están fuera del alcance del ganado. Las dos primeras son consideradas de altos costos debido a los materiales requeridos y la última también tiene altos costos por la perdida de la producción ganadera. Este daño, es generalmente ocasionado por la especie caprina, ya que estos animales tienden a descortezar al árbol, provocando que el mismo disminuya su crecimiento ó en el peor de los casos, muera.

Por lo anterior el presente estudio tiene como finalidad, evaluar la efectividad de algunas sustancias usadas como biorrepelentes a base de estiércol de diversas especies ganaderas o ajo (*Allium sativum* L.), para reducir así la acción descortezadora de la cabra sobre el árbol, en apoyo de una mejor interacción entre los componentes animal – perenne leñosa en pastoreo dentro de plantaciones forestales.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficacia de diversos tipos de biorrepelentes, con respecto al descortezamiento de árboles producido por las cabras, bajo una práctica de pastoreo en una plantación forestal.

1.2 Objetivos Particulares

1. Analizar la actitud de la cabra como respuesta a cada uno de los tratamientos.
2. Cuantificar los daños al arbolado por descortezamiento en cada uno de los tratamientos.
3. Proponer una alternativa viable para la protección de árboles bajo un sistema Agrosilvopastoril.

1.3 HIPÓTESIS

La impregnación de la corteza de los árboles jóvenes, con soluciones a base de ajo o excretas animales reduce la presión de descortezamiento de los mismos por parte de las cabras.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El alcance y potencial de la Agroforestería

Las estrategias dominante del desarrollo agrícola en el pasado, es decir la *Revolución Verde*, fue un triunfo de la tecnología y un notable éxito que dio por resultado un fenomenal aumento en la producción de alimentos. Como fue señalada por Conway (1997) esta estrategia ha sido una revolución con serias limitaciones, en particular:

- El impacto en los pobres ha sido menor de los esperados.
- No ha reducido (y en algunos casos ha alentado) la degradación de los recursos naturales y los problemas del medio ambiente.
- Su impacto geográfico ha sido localizado.
- Hay indicios de disminuir las ganancias.

Gordan Conway y sus colegas (1994) proponen que demandemos una *Doble Revolución Verde*, una 'revolución' que sea aun mas productiva que la primera *Revolución Verde* y aun mas 'verde' en términos de conservar los recursos naturales y el medio ambiente. Por lo tanto, el futuro desarrollo agrícola debe dirigirse a:

- Repetir los éxitos de la *Revolución Verde* a una escala global.
- Equitativa (mejorando los medios de subsistencia de las familias rurales pobres a través de ingresos relacionados con la agricultura y las actividades generadoras de empleos).
- Sostenible.
- Favorable ambientalmente (haciendo uso máximo de los recursos indígenas, físicos, biológicos y humanos).

Aunque la primera *Revolución Verde* tomo como punto de salida el reto biológico inherente en producir nuevos cultivos alimenticios de alto rendimiento y luego busco determinar como llegarían los beneficios a los pobres, esta revolución tiene que revertir la cadena lógica empezando con las demandas socioeconómicas de las familias pobres y luego, buscando identificar las apropiadas prioridades de investigación.

Los efectos ambientales adversos y la degradación de los recursos, así como las desigualdades socioeconómicas que resultaron de esas tecnologías, se convirtieron en las principales preocupaciones del desarrollo durante los años setentas y ochentas. Se dio entonces, una mayor importancia al ámbito ecológico y a la perspectiva ambiental para el desarrollo económico. De aquí, que durante ese periodo, se incrementaron tecnologías alternas con énfasis en la protección ecológica, poniendo mas atención a la igualdad del crecimiento económico, a las disparidades sociales, a las necesidades del presente *versus* generacionales futuras, a la conservación de recursos intergeneracionales y al equilibrio de intereses locales, nacionales y globales (Leff 1986, 1998).

El desarrollo sostenible, se ha vuelto una estrategia y prioridad entre los políticos, investigadores y profesionales del desarrollo. La agroforestería, como un sistema sostenible del uso de la tierra, precisamente se adapta en esta estrategia y prioridad. Las tecnologías agroforestales son herramientas promisorias dentro de este enfoque, para mejorar el bienestar de la población rural y la conservación de su base de recursos. La agroforestería puede contribuir a reducir la tasa de deforestación, conservar la biodiversidad, mantener la integridad de las cuencas y la estabilidad del clima. La agroforestería también ofrece oportunidades significativas para una seguridad nutricional proporcionando múltiples productos, así como creando ingresos adicionales para las familias agrícolas y por lo tanto reduciendo la pobreza rural (Krishnamurthy 1999).

2.2 La Agroforestería.

Agroforestería es una palabra nueva, usada para designar la vieja práctica de cultivar especies leñosas junto con otros cultivos agrícolas y/o ganado en la misma tierra. La agroforestería como ciencia, se basa en la silvicultura, la agricultura, la ganadería, la acuicultura y la piscicultura, el manejo del recurso tierra y otras disciplinas que, en conjunto, constituyen el enfoque sistemático del uso de la tierra. ¿Por qué entonces crear el termino agroforestería? (Krishnamurthy 1998).

La agroforestería es una aproximación interdisciplinaria a los sistemas de uso de la tierra. Implica tener conciencia de las interacciones y la retroalimentación entre el hombre y el ambiente, entre la demanda de recursos y su existencia en determinada área, lo cual bajo ciertas condiciones requiere optimización y manejo substancial, más que incremento permanente de la explotación. Sin embargo, ¿por qué no deberíamos seguir combinando el conocimiento tradicional en la agricultura y silvicultura, que esta a nuestro alcance, con el propósito de obtener una visión global de los sistemas específicos de la agroforestería?. Es generalmente aceptado que un bosque es algo más y algo diferente que un conglomerado de arboles; un ser humano es más que la suma del peso y el valor de sus componentes químicos.

Del mismo modo, la agroforestería, no es lo mismo que la suma de sus dos principales componentes la agricultura y la silvicultura, que constituyen el “sistema agroforestal”. Por eso, la agroforestería, si bien no es nueva en si misma, requiere nuevas estrategias y tecnologías, en comparación con la agricultura y la silvicultura tradicionales o modernas (Krishnamurthy 1998).

Los intentos para definir la agroforestería con más precisión todavía continúa. Algunas veces se propone definiciones simples. Por ejemplo, Sánchez (1995) define la agroforestería como la práctica tradicional de cultivar arboles en granjas para el beneficio de la familia agrícola. Agroforestería = cultivar arboles en granjas es la definición mas simple propuesta por Young (1997). Krishnamurthy 1998 define a la agroforestería como el arte y la ciencia de cultivar árboles en combinación interactiva con cultivos y/o animales en la misma unidad de tierra con propósitos múltiples.

La siguiente definición de agroforestería propuesta por Lundgren y Raintre (1983) es ampliamente aceptada: La agroforestería es un nombre colectivo para los sistemas del uso de la tierra y tecnologías donde las perennes leñosas (árboles, arbustos, palmas, bambúes, etc.) se usan deliberadamente en las mismas unidades de manejo de tierra con cultivos agrícolas y/o animales, en alguna forma de arreglo espacial o de secuencia temporal. En los sistemas agroforestales hay tanto interacciones ecológicas como económicas entre los diferentes componentes. Como señala Nair (1997), esta definición implica que:

- ✓ La agroforestería normalmente incluye dos o mas especies de plantas (o plantas y animales) y por lo menos una de ellas es perenne leñosa;
- ✓ Un sistema agroforestal siempre tiene dos o mas productos;
- ✓ El ciclo de un sistema agroforestal es siempre de mas de un año;
- ✓ Aún el sistema agroforestal más simple es complejo, ecológicamente y económicamente (estructural y funcionalmente) que el sistema de monocultivo (Figura 1).

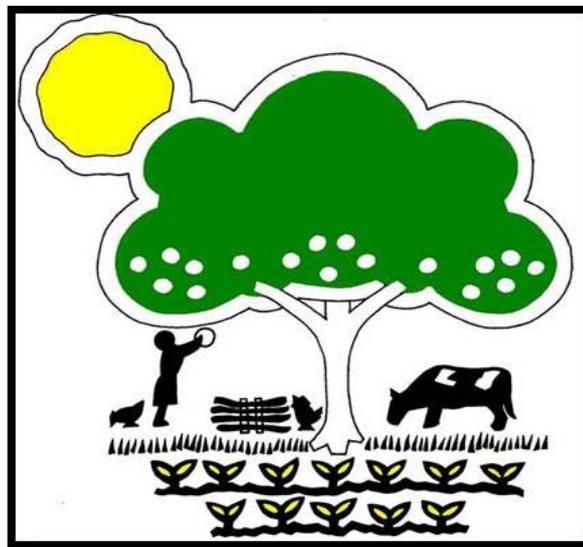


Figura 1. Interacciones ecológicas y económicas entre los componentes de un sistema agroforestal: árboles, cultivos y animales (ICRAF 1996).

2.3 La Agroforestería en México.

En México se tienen diversos sistemas agroforestales, sobre todo en el sureste del país, siendo las principales técnicas las siguientes:

- Pastoreo en bosques, selvas o matorrales. Esta muy difundido en zonas áridas y semiáridas, un poco menos en las templadas y poco en los trópicos.

- Pastoreo en plantaciones forestales de maderables o latíferas. En el sureste de México, el pastoreo con bovinos u ovinos está siendo implementado en terrenos reforestados para reducir los gastos de mantenimiento de plantaciones de Caoba *Swietenia macrophylla*, Cedro nogal *Juglans pyriformis*, Cedro rojo *Cedrela odorata*, Laurel *Cordia alliodora* y Primavera *Roseodendron donel-smithii* entre otros. Con el mismo propósito se introduce el ganado en plantaciones de Hule *Hevea brasiliensis*.
- Pastoreo en plantaciones de frutales. En regiones tropicales y subtropicales es común el pastoreo de bovinos en plantaciones de Coco *Cocos nucifera*, menos frecuente es el de ovinos en plantaciones de Cítricos *Citrus spp.*, Cafetos *Coffea spp.*, Guayabos *Psidium spp.* y otros frutales. En regiones templadas y frías puede verse a estas mismas especies pastoreando en frutales caducifolios o nogaleras.
- Pastoreo en plantaciones de agaves. En las zonas áridas y semiáridas, se aprovechan las hierbas espontáneas y los rastrojos de cultivos intercalados con agaves para la alimentación de rumiantes y la apicultura. Así por ejemplo en la península de Yucatán esto es común en plantaciones Henequeneras *Agave fourcroides* y *Agave sisalana*; en Jalisco en plantaciones de Maguey tequilero *Agave tequilana*; y en Hidalgo, Puebla, Tlaxcala y otros estados de la mesa central en plantaciones de Maguey pulquero *Agave atrovirens*.
- Potreros con árboles, palmas o arbustos dispersos. En regiones tropicales y subtropicales los ganaderos acostumbran dejar especies leñosas en los potreros, en los lugares donde se maneja al ganado y cerca de los aguajes a fin de que sirvan como sombra, proporcionen forraje en la época de estiaje y materiales de construcción entre otros beneficios.
- Módulos de producción múltiple o granjas integrales autosuficientes. Son sistemas de economía familiar que tienen como objetivo el abastecimiento permanente de productos de autoconsumo y venta de excedentes, optimizando el uso de los recursos disponibles, recirculando materiales y aprovechando al máximo los espacios. Incluye la combinación de plantas y animales de uso múltiple. Experiencias de este tipo se llevan a cabo en la península de Yucatán, Tabasco, Veracruz y otros estados.
- Solar familiar. Es la combinación de árboles o arbustos del huerto familiar con la ganadería de traspatio en el espacio alledaño a la vivienda. Este sistema se encuentra ampliamente difundido en todo el país, especialmente en regiones tropicales y subtropicales donde la diversidad y riqueza de especies es mayor.
- Cercos vivos. En regiones tropicales son muy utilizados los árboles de Cocuite *Gliricidia sepium*, Palo mulato *Bursera simaruba*, Jobo *Spondias mombin* y Colorín *Erythrina spp.* como alternativa al uso de postes muertos cuyo costo de reposición es mayor; algunas de tales especies también son forrajeras. En regiones templadas se emplean con el mismo fin especies de Casuarina *Casuarina spp.*, Cedro blanco *Cupressus spp.*, Pirul *Schinus molle* y Tascate *Juniperus spp.* entre otros; en las áridas es común el uso de Barreta *Helietta parvifolia*, Mezquite *Prosopis spp.* y Ocotillo *Fouquieria splendens*.
- Cortinas rompe-vientos. Son poco utilizadas, se encuentran con mayor frecuencia cerca de los litorales y están constituidas principalmente por Casuarina *Casuarina spp.*, Bambúes *Bambusa spp.*, y Nopales *Opuntia spp.*.

- Bancos de biomasa, energía o proteína. En el sureste de México se emplean con este propósito árboles de Cocuite *Gliricidia sepium*, Leucaena *Leucaena leucocephala* entre otros; últimamente empieza a usarse la Morera *Morus spp* y Tulipán africano *Spathodea campanulata*. En las zonas áridas y semiáridas del norte del país se utilizan Nopales *Opuntia spp* y Magueyes *Agave spp* forrajeros, que aunque son de mala calidad nutritiva mantienen a los animales durante las épocas críticas (Torres 1999).

En este sentido, se estima que actualmente existen alrededor de 25 mil a 30 mil hectáreas agroforestales en el país (CONAFOR 2009).

2.4 Ventajas de los Sistemas Agroforestales.

Aunque la agroforestería no es un ideal *a priori* para la solución de todos los problemas del desarrollo rural, la asociación de árboles y de otros componentes como herbáceas y/o animales proveen diversas ventajas como son las siguientes.

2.4.1 Adición de Nutrientes

- ✓ Fijación biológica del nitrógeno. Los microorganismos (bacterias u hongos) en los nódulos de la raíz de los árboles de especies leguminosas fijan el nitrógeno que los cultivos pueden usar.
- ✓ Abono verde. La hojarasca del árbol o podas incorporadas proporcionan nutrientes y materia orgánica al suelo. Los nutrientes también son proporcionados por las raíces de los árboles desde debajo de la superficie del suelo para la formación de follaje que se usa eventualmente como abono verde para los cultivos (Krishnamurthy 1998).

2.4.2 Conservación del Agua

- ✓ Materia orgánica. La materia orgánica que los árboles agregan al suelo (hojarasca, raíces) aumentan la habilidad del suelo para absorber y retener el agua.
- ✓ Rompevientos. Entre y durante las temporadas de cultivo, los árboles actúan como rompevientos y por lo tanto reducen la tasa de evaporación causada por los vientos.
- ✓ Sombra. Las copas de los árboles, al proporcionar sombra al suelo descubierto, puede reducir las pérdidas de agua por evaporación, entre las temporadas de cultivos.
- ✓ Descomposición de la raíz. La poda periódica de los árboles en los sistemas agroforestales provoca que una porción de sus raíces mueran. A través de la descomposición agregan materia orgánica al suelo (Young, 1997).

2.4.3 Conservación del Suelo.

- ✓ Las perennes leñosas plantadas a lo largo de curvas de nivel actúan como una estructura física y reducen así la erosión del suelo y el escurrimiento del agua.
- ✓ La hojarasca sobre la superficie del suelo, así como también la protección por la copa del árbol, disminuye la fuerza con la cual las gotas de lluvia golpean el suelo. Esto da por resultado cantidades grandes de infiltración de agua y disminuye la erosión del suelo por corrientes de agua.

- ✓ La barrera rompevientos proporcionada por los árboles reduce la velocidad del viento a través del campo de cultivo, reduciendo así la cantidad de suelo erosionado por el viento (Krishnamurthy 1998).

2.4.4 Control de Malezas.

- ✓ Ya que permite que las copas de los árboles crezcan entre las temporadas de cultivo, la sombra de las mismas suprimen el crecimiento de malezas.
- ✓ La ausencia de barbechos en los sistemas agroforestales previene de un incremento de la población de malezas. Los arboles actúan como barrera en contra de la diseminación de las semillas de malezas (Krishnamurthy 1998).

2.4.5 Los árboles se benefician de los cultivos en los sistemas agroforestales

- ✓ Las plántulas de los árboles establecidas con los cultivos, tienen altas tasas de sobrevivencia y desarrollo porque reciben la misma atención dada a los cultivos.
- ✓ Son deshierbados junto con los cultivos.
- ✓ Hacen uso del fertilizante que se mueve por debajo del nivel de las raíces del cultivo (Krishnamurthy 1998).

2.4.6 Los animales se benefician de los sistemas agroforestales

- ✓ Muchas especies de árboles agroforestales proveen un forraje nutritivo, rico en proteína para el ganado, además de un ambiente favorable como la sombra. Los agricultores a pequeña escala, en particular, pueden usar el forraje y las vainas para incrementar la producción de sus animales. Durante los periodos secos, cuando escasea el alimento para el ganado, los arboles continúan produciendo forraje y el agricultor puede tener animales sanos proporcionándoles forraje de las especies agroforestales durante todo el año (Krishnamurthy 1998).

2.5 Clasificación de Sistemas Agroforestales.

Durante los inicios de los años ochentas, se hicieron intentos por clasificar a los sistemas agroforestales a partir de un criterio simple como la presencia de los componentes de la producción o el ordenamiento temporal de los componentes; mientras otros) basaron su clasificación en un numero de criterios como la presencia de componentes, producción y servicio de los componentes leñosos, así como el tiempo (arreglos simultáneos o secuenciales) y estructura espacial (zonal o mixta) (King 1979, Combe y Budowski 1979, Wiersum 1981, Vergara 1981)

Basado en una vasta información sobre inventarios globales de los sistemas agroforestales, Nair (1985) concluyo, que puesto que hay solo tres componentes básicos que son manejados por el usuario de la tierra en los sistemas agroforestales (perennes leñosas, plantas herbáceas y animales), la lógica de la clasificación debería estar basada en la presencia de estos componentes en las siguientes categorías:

1. Sistemas Agrisilvícolas: cultivos y árboles (incluyendo arbustos y enredaderas)
2. Sistemas Silvopastoriles: pasturas/animales y árboles
3. Sistemas Agrosilvopastoriles: cultivos, pasturas/animales y árboles (Nair 1997).

2.5.1 Sistemas Silvopastoriles.

Los sistemas silvopastoriles se refieren a un amplio rango de técnicas agroforestales donde se combina la producción de animales en forma interactiva con arboles y arbustos. Un sistema silvopastoril se define como una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de las leñosas perennes (arboles o arbustos), interactuando con los componentes tradicionales (forrajes herbáceas y animales), y todos ellos están bajo un sistema de manejo integral, tendiente a incrementar la productividad y beneficio neto del sistema en largo plazo. (Somarriba 1992).

2.5.1.1 Tipos de Sistemas Silvopastoriles.

Las combinaciones de leñosas perennes con pasturas y animales se presentan en formas muy diversas, lo que ha generado diferentes tipos de sistemas silvopastoriles. Muchos de ellos forman parte de la “cultura productiva” de los países tropicales (por ejemplo cercas vivas, arboles en potreros). En algunos casos se evidencia un diseño claramente orientado a obtener un beneficio económico, social o ecológico de las interacciones entre el componente leñoso con las pasturas y animales (Brown 1994).

Entre las opciones de sistemas silvopastoriles que se pueden encontrar en fincas ganaderas se pueden citar:

- a) Cercas Vivas
- b) Bancos Forrajeros de leñosas perennes.
- c) Leñosas perennes en callejones (“Alley Farming”).
- d) Arboles y arbustos dispersos en potreros.
- e) Pastoreo en plantaciones de arboles maderables o frutales.
- f) Leñosas perennes sembrados como barreras vivas.
- g) Cortinas Rompevientos. (Pezo e Ibrahim 1996, Nair 1997).

2.5.1.2 Pastoreo en Plantaciones Maderables o Frutales.

Actualmente los profesionistas agropecuarios deben tomar en cuenta que el pastoreo en plantaciones maderables no solo es una cuestión de desarrollar pastos bajo los arboles como una alternativa de ingresos en la producción de postes o pulpa de madera provenientes de raleos. Tiene, además otros atractivos, como son, un mejor acceso al bosque para realizar podas y raleos y la reducción del riesgo de incendios (Torres 1985).

Los sistemas silvopastoriles basados en la introducción de forrajeras herbáceas y animales en plantaciones de especies maderables (por ej. *Pinus spp.*, *Juglans nigra*), son sistemas de uso de la tierra bastante difundidos en varios países de la zona templada (Reynolds 1995).

En los sistemas de plantaciones manejados bajo pastoreo, el producto derivado de la leñosa es generalmente la fuente principal del ingreso, o al menos, el objetivo primario del sistema, mientras que la producción animal es complementaria, ya sea porque los animales funcionan como reguladores de la competencia ejercida por las “malezas”, o por los cultivos de cobertura, o porque ellos constituyen una fuente de ingresos adicionales en el sistema, antes de que las leñosas entren en su etapa productiva. Por ello, cualquier efecto detrimental de los animales sobre la producción derivada de la leñosa o incluso sobre su manejo, hará incompatible la presencia del ganado en el sistema de plantación (Stur y Shelton 1991).

Los beneficios atribuidos a la incorporación de la producción animal en los sistemas de leñosas en plantaciones son múltiples (Cook *et al.* 1984; Shelton 1993; Reynolds 1995); entre ellos se citan:

- ✓ Incremento en los ingresos y diversificación de la empresa, lo cual debe redundar en un mejor control del riesgo.
- ✓ Aprovechamiento más uniforme de la mano de obra a lo largo del año, en especial cuando los animales incorporados al sistema son de ordeño.
- ✓ Mejor uso de los recursos escasos; además de que cualquier manejo aplicado al componente herbáceo (por ej. fertilización, control de malezas) beneficia indirectamente a las leñosas.
- ✓ Mayor estabilización del suelo.
- ✓ Más altos rendimientos en las plantaciones, como consecuencia de un mejor control de las malezas, de un reciclaje de nutrientes más eficiente, y un incremento del nivel de nitrógeno en el suelo.

2.6 Interacción de los componentes.

Las interacciones de los componentes representan otro aspecto crítico de la agroforestería; (Figura 2) su importancia ha sido frecuentemente reconocida, pero el conocimiento de ellas es más bien limitado.

Las interacciones de los componentes se refieren a la influencia de un componente del sistema sobre el desempeño de los otros componentes así como también en el sistema como un todo. (Hart, 1974; Trenbath, 1976; Pinanka, 1988).

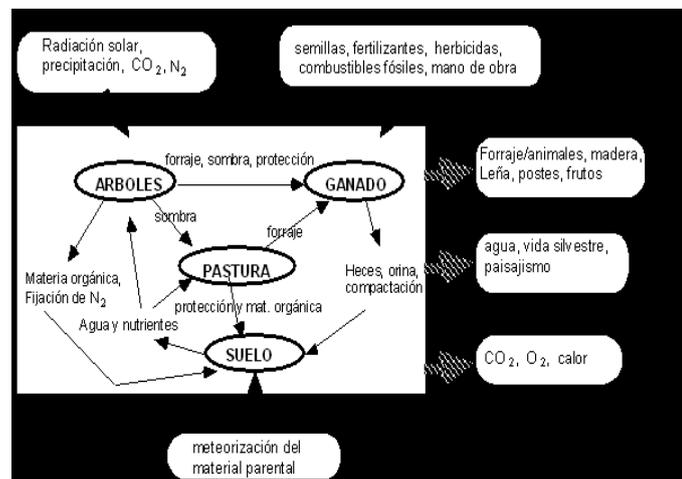


Figura 2. Interacción de componentes en los Sistemas Agroforestales (Bronstein 1984).

2.6.1 Interacciones leñosa perenne – pastura

Cuando las leñosas perennes y las especies herbáceas comparten el mismo terreno, pueden presentarse entre ellas relaciones de interferencia y de facilitación. La competencia por la radiación solar, por agua y por nutrientes, así como las posibles relaciones alelopáticas entre componentes, son manifestaciones de interferencia. En cambio la fijación y transferencia de nutrientes, y el efecto de protección contra el viento que pueden ejercer las leñosas perennes, son ejemplos de relación de facilitación

Los principales tipos de interacciones positivas o complementarias en esta interacción, son aquellas relacionadas con el mejoramiento de microclimas y equilibrio de nutrientes. En los sistemas agroforestales, el mejoramiento del microclima que influye las relaciones de humedad y de temperatura del suelo, resulta fundamentalmente del uso de los arboles para sombra, o como soportes vivos, setos vivos o rompevientos o cinturones de protección.

En general, el sombreado causa una reducción de la temperatura real y de las fluctuaciones de la temperatura, así como también del índice de evapotranspiración de la planta. Esto causaría una correspondiente reducción en la transpiración y consecuentemente, menos probabilidad de estrés hídrico para el cultivo sombreado, logrando particularmente beneficios durante los periodos de sequía y pueden dar como resultado aumentos en la producción (Nair y Balakrishnan, 1977 Willey, 1975; Rosenberg *et al.*, 1989).

2.6.2 Interacciones animal – pastura

En la mayoría de los sistemas ganaderos, los animales obtienen una proporción importante de los nutrientes que requieren de las pasturas que defolian. A la vez, en el acto de pastorear, los animales afectan directamente a las pasturas, tanto por la defoliación selectiva que ejercen, como por el pisoteo. Además, puede haber efectos indirectos a través del suelo, como son la compactación, el retorno de nutrimentos y la dispersión de semillas por medio de las excretas animales (Pearson e Ison 1987, Humphreys 1991; Pezo *et al.* 1992)

2.6.2.1 Selectividad

El consumo selectivo ejercido por animales que pastorean es influenciado por múltiples factores, algunos de ellos son atributos propios del animal (por ejemplo: hábito de consumo de la especie, experiencia previa), otros de la pastura (por ejemplo: nivel de oferta, composición botánica de la pastura y palatabilidad relativa de sus componentes, características estructurales asociadas con la facilidad de cosecha), y finalmente otros propios del ambiente (por ejemplo: época del año y distancia respecto a fuentes de agua) (Gordon y Lascano 1993).

2.6.2.2 Pisoteo

En aquellos herbívoros que poseen pezuñas con bordes filosos, hay mayor probabilidad de que se produzcan cortes o laceraciones de hojas y tallos, mayormente en los nuevos vástagos. Además, la presión ejercida por cualquier animal que pastorea producirá el entierro parcial de la biomasa aérea, con enlodamiento de hojas y tallos en suelos muy húmedos (Pezo *et al.* 1992).

2.6.2.3 Compactación del suelo.

La presión ejercida por las pezuñas de los animales en el mediano o largo plazo resultara en la reducción del volumen de macroporos en el suelo. Esto afectara negativamente la tasa de infiltración de agua, incrementara la resistencia a la penetración del suelo por parte de las raíces, y disminuirá la disponibilidad de oxígeno para el sistema radicular (Pezo *et al.* 1992).

2.6.2.4 Deposición de excretas

En sistemas silvopastoriles, las heces y orina depositadas por los animales en pastoreo pueden ejercer cuatro tipos de efectos.

- a) Contaminación del follaje
- b) Reciclaje de nutrientes
- c) Dispersión de semillas
- d) Servir de medio nutritivo para el desarrollo de algunos patógenos (Pezo, Ibrahim 1999).

2.6.3 Interacciones leñosa perenne – animal.

Las interacciones entre las leñosas perennes y los animales pueden ser directas o indirectas a través del suelo y las pasturas. Entre las directas se pueden citar la protección contra las inclemencias del clima que pueden ejercer los arboles o arbustos sobre los animales. Por su parte, el ganado puede ejercer acciones perjudiciales sobre los arboles y arbustos, especialmente en sus estadios juveniles, provocándoles daños físicos al mordisquear los tallos (descortezamiento), raspar la corteza o incluso a llegar a comerse el ápice de los arboles. Todo esto puede resultar eventualmente en una alta tasa de mortalidad.

Entre las interacciones medidas por el suelo, se citan las provisiones de nutrientes, vía las excretas que depositan los animales y el efecto de compactación por pisoteo, el cual puede afectar determinadamente el crecimiento de las leñosas. Por otro lado, la protección de las leñosas contra el viento, los excesos de temperaturas y de radiación pueden ejercer también efectos sobre el crecimiento y la calidad del forraje cosechado por los animales en pastoreo (Pezo e Ibrahim 1999).

2.6.3.1 Regulación de estrés climático.

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

2.6.3.2 Sombra y regulación de la temperatura corporal.

En condiciones tropicales, se ha observado que la temperatura bajo la copa de los arboles es en promedio 2 a 3 °C por debajo de la observada en áreas abiertas (Wilson y Ludlow 1991); bajo condiciones específicas de sitios, se han detectado diferencias de hasta 9.5 °C (Reynolds 1995). Además, los arboles interfieren parcialmente el paso de la radiación solar hacia la superficie corporal del animal, aliviando su contribución potencial al incremento de la carga calórica del animal (Weston 1982), evitando además que se den otros efectos perjudiciales potenciales, como son el cáncer de piel y desordenes de fotosensibilidad (Djimde *et al.* 1989).

La reducción de la temperatura causada por la sombra de los arboles, aunque sea de 2 a 3 °C, es extremadamente importante cuando la temperatura ambiental sobrepasa el límite superior del “área de confort” o “zona de termoneutralidad”. Fuera de esos límites, fallan los mecanismos de pérdida o emisión de calor que poseen los animales “homeotermos”, resultando en una elevación de la temperatura corporal, con sus consecuencias sobre la productividad animal (Djimde *et al.* 1989).

Varios autores han postulado que la sombra artificial y aquellas provistas por los árboles, contribuyen a reducir la temperatura ambiental, lo cual tiene implicaciones directas sobre el comportamiento animal, su productividad, comportamiento reproductivo y la sobrevivencia de los animales. (Djimde *et al.* 1989).

Entre los efectos benéficos frecuentemente atribuidos al papel de la sombra como reguladora del estrés calórico, sobre el comportamiento y productividad de los animales en pastoreo, se citan los siguientes:

- ✓ Mas tiempo dedicado a pastoreo y rumiar.
- ✓ Mayor consumo de alimentos.
- ✓ Disminución en los requerimientos de agua de los animales.
- ✓ Incremento en la ganancia de peso, en la producción de leche y en los rendimientos de lana (independientemente de la cantidad y calidad del alimento disponible).
- ✓ Mejoras en el comportamiento reproductivo del hato o el rebaño, debido a una pubertad mas temprana (consecuencia de mejores tasas de crecimiento en los animales jóvenes), mas regularidad en la ciclicidad del estro, alargamiento de la vida reproductiva útil, reducción en las perdidas embrionarias, mejora el libido, y reducción en la proporción machos/hembras requerida para mantener un nivel adecuado de fertilidad en el hato.
- ✓ Reducción en la tasa de mortalidad de animales jóvenes (terneros, corderos, cabritos) debido a: mejor condición y mayor producción de leche de las madres, menores dificultades al parto, mejoras en el peso al nacimiento (Pezo, Ibrahim 1999).

2.6.3.3 Protección contra el viento.

El efecto directo de las leñosas como protectoras del animal contra el viento quizás sea relevante en áreas frías, donde la temperatura ambiental se encuentra por debajo del limite inferior de la zona de termoneutralidad, por lo que el animal tiene que sacrificar parte de la energía que podría ser utilizada para propósitos productivos, y la usa para contrarrestar el frio y mantener su temperatura corporal (Cañas y Aguilar 1992). En los climas fríos, el efecto protector de las cortinas rompevientos no solo se manifiesta en mejoras en la productividad, sino lo que es más importante, en la sobrevivencia de los animales (especialmente los jóvenes), al disminuir la incidencia de neumonías (Alexander *et al.* 1980 Djimde *et al.* 1989).

2.6.3.4 Interacciones negativas.

Las interacciones negativas más importantes entre leñosas perenes y animales son efectos directos. La baja calidad o los componentes tóxicos dentro del forraje arbóreo pueden afectar adversamente la producción del ganado. En forma opuesta, el daño mecánico de los arboles o el deterioro de las propiedades del suelo, por la compactación, pueden tener un impacto negativo sobre el componente perenne leñoso (Ivory, 1990).

El daño de los animales por consumo de forraje y raspado (ramoneo y descortezamiento) de la corteza en arboles y arbustos que no tienen propósitos forrajeros es mas frecuente con caprinos, pero pueden ocurrir también con bovinos y ovinos (Shelton 1991). Estos daños son más críticos en los estadios juveniles de las leñosas, en los cuales es posible que el punto de crecimiento (meristemo apical) sea fácilmente consumidos por estar al alcance de los animales, y que el fuste haya engrosado lo suficiente como para resistir la presión de los animales al descortezar. (Chee y Faiz 1991; Reynolds 1995).

Los sistemas silvopastoriles que incluyen árboles maderables o frutales, se han sugerido diferentes formas de protección para prevenir las pérdidas ocasionadas por la acción de los animales en pastoreo. Estas incluyen entre otras prácticas, el manejo del pastoreo, el uso de repelentes y la protección mecánica. En cuanto al manejo del pastoreo en este tipo de sistemas silvopastoriles, frecuentemente se ha propuesto diferir el ingreso de los animales hasta que los árboles hayan alcanzado una altura tal que les permitan evitar daños potenciales por defoliación de los meristemos apicales, lo cual en la mayoría de los casos con especies de pinos va a significar al menos los tres primeros años de la plantación. Adicionalmente, el mantener un balance adecuado entre la disponibilidad de forraje y la carga animal ayudara a prevenir mayores daños por ramoneo y descortezamiento (Whiteman 1980).

Una alternativa de bajo costo que ha mostrado efectividad en prevenir la defoliación de las leñosas en estadios juveniles, es “pintar” el fuste con excretas animales frescas (Payne 1985). También el uso de protectores mecánicos como son las cercas individuales, el alambre de púas y los sostenedores han demostrado efectividad en incrementar la sobrevivencia de los árboles (CATIE 1991), pero pueden resultar muy costosos en plantaciones de alta densidad. Su uso quizás pueda justificarse en sistemas de árboles dispersos en potreros cuando se trabaja con especies de alto valor comercial o cuando el propósito es la conservación de especies (Holmann 1992).

2.7 Importancia de la Caprinocultura.

La cabra es la especie de ganado domesticado, que ha tenido en los años recientes el crecimiento más significativo a nivel mundial en cuanto a número de animales, lo que se atribuye principalmente al crecimiento de la población humana en países en desarrollo (Boyazoglu *et al.* 2005). En el sector ganadero, las cabras ocupan los primeros lugares a nivel mundial en cuanto a población total de animales (Morand-Fehr 1999), teniendo los países en desarrollo aproximadamente el 95 % de todas las cabras del mundo (Knights y García, 1997). Las cabras presentan varios atributos especiales, entre otros: habilidad para pastorear y utilizar un amplio rango de forrajes y arbustivas de pobre calidad, habilidad para caminar distancias largas, intervalo generacional corto, alta tasa reproductiva, eficiencia energética alta en la producción de leche, utilización eficiente de áreas marginales, y alto instinto gregario (Lebbie, 2004).

Mucho se ha dicho en relación a que la cabra es un animal depredador del medio ambiente; sin embargo, hay que reconocer que es el hombre quien es el responsable de la degradación de los agostaderos al permitir un sobre-pastoreo, así como una distribución inapropiada de los animales, en el área de pastoreo (El Aich *et al.* 1999).

La cabra es uno de los animales domésticos más versátiles, su comportamiento la distingue de otros animales; es la especie predominante en las áreas económicamente pobres, de los estados de Oaxaca, Puebla, Guerrero e Hidalgo, y de las áreas ecológicas más marginadas o frágiles de los estados de San Luis Potosí, Chihuahua, Coahuila, Durango y Nuevo León. La cabra no solamente es importante por su adaptación, también juega un papel muy importante en la economía de las familias por los productos que de ella se obtienen, así tenemos que en la zona centro y sur de nuestro país, se venden chivos y cabras adultas principalmente; mientras que en el norte el cabrito y con un mayor uso de tecnología, la producción de leche son los productos principales (Vargas 1990).

La producción caprina juega un papel de seguro alimentario, ya que aporta carne para la venta o, como último recurso, para consumo de los propios campesinos si la cosecha de maíz fracasa. Los campesinos, obligados por las circunstancias a extraer de la naturaleza mayores excedentes de la producción, acostumbran a pastorear un número de animales que rebaza la capacidad de carga de la tierra, de modo que el ecosistema es sometido a sobrepastoreo y degradación (Vargas 1990).

Las cabras son el recurso pecuario mas importante de muchos campesinos pobres de las regiones dominadas por la selva subhúmeda (el número total de cabezas ocupa el segundo lugar después de las zonas áridas y semiáridas), ya que muchas especies leguminosas representan una excelente fuente de forraje para esos animales, los cuales están mejor adaptados que los bovinos a la topografía, a menudo escabrosa, de esa zona (Challenger 1998).

Sin embargo, la producción caprina esta gravemente subcapitalizada, ya que carece casi por completo de mejoras tecnológicas y lo que se acostumbra es dejar simplemente que los rebaños de cabras ramoneen libremente entre la vegetación. Conforme se abandonan los antiguos sistemas de ganadería trashumante, esta presión de pastoreo se concentra cada vez más en la vegetación aledaña a los pueblos, donde suele ocasionar esterilidad local de los suelos y agotamiento de los recursos forestales. Donde persisten estas condiciones, la selva subhúmeda se degrada hasta convertirse en una comunidad tipo sabana dominada por pastos y maleza, con arboles o cactus candelabriformes maduros esparcidos aquí y allá como sobrevivientes de la selva original. Este tipo de clímax desviado se mantiene gracias a la escasa infiltración del agua de lluvia debido al escurrimiento acelerado de esta sobre los suelos mal protegidos, compactados por las pezuñas de los animales y sometidos a sobrepastoreo y/o a incendios cuya finalidad es fomentar el retoño rápido de los pastos y eliminar el crecimiento de malezas. (Challenger 1998).

La región de la Mixteca del noroeste de Oaxaca, el noreste de Guerrero y el sur de Puebla estuvo cubierta en otros tiempos por extensas áreas de selvas subhúmeda, pero en la actualidad es una de las zonas mas erosionadas de México. Esto se debe en parte al cultivo de las laderas empinadas, lo que se combinó con el uso excesivo de agroquímicos y con el subsecuente sobrepastoreo de la vegetación por el ganado caprino. (Challenger 1998).

Aproximadamente, un 45 % del territorio nacional está constituido por áreas no aptas para ser utilizadas con fines agrícolas y de ellas, la mayor parte corresponde a agostaderos en zonas áridas y semiáridas donde las especies domésticas, a excepción de la cabra, no pueden sobrevivir y mucho menos producir. Por lo anterior, nuestro país cuenta con zonas que representan un potencial importante para el desarrollo de la producción caprina (Ducoing 2002).

La ganadería es otra de las actividades productivas que tiene un impacto importante sobre el estado y la calidad de la cubierta vegetal en nuestro país. El número de cabezas se ha reducido notablemente en las últimas décadas, pasando de 50.7 a 46.9 millones entre 1980 y 2002. La ganadería se practica en cerca de 1.09 millones de kilómetros cuadrados, es decir, en 56 % de la superficie del país y en 44 % de la superficie nacional que corresponde a vegetación natural. La superficie destinada a esta práctica (es decir, la de los pastizales) creció al menos 4 millones de hectáreas de 1993 a la fecha. No obstante lo anterior y la reducción de la población ganadera, en 24 estados de la Republica, el número de cabezas de ganado supera la capacidad de los ecosistemas, siendo particularmente alto en el Estado de México, Sinaloa y Jalisco (Ducoing 2002).

2.8 Etología Caprina.

La etología es una subdisciplina de la psicobiología que aborda el estudio de la conducta espontánea de los animales en su medio natural. La etología considera que la conducta es un conjunto de rasgos fenotípicos: esto significa que está influenciada por factores genéticos y es, por lo tanto, fruto de la selección natural. (Cvabadni 2003).

El comportamiento, tiene en su origen dos conductas básicas, la conducta innata y la conducta adquirida. La primera está constituida por patrones conductuales instintivos propios de una especie que se heredan completamente, es decir, que todos los miembros de una especie determinada la realizan invariablemente de la misma manera, manifestándose principalmente en conductas de alimentación, reproducción y los mecanismos de alerta, por sólo citar algunos. La segunda, comprende a todos aquellos comportamientos que se adquieren en el transcurso de la vida, a través del aprendizaje, generalmente por medio del ensayo - error (experiencias positivas y negativas) y que pueden variar de un individuo a otro de la misma especie (Cvabadni 2003).

Las cabras son capaces de reconocer la relación entre el sabor y la respuesta orgánica positiva, que determina los cambios que producen en el gusto. Los receptores responden a sabores dulces, salados, ácidos y amargos. Del intercambio de información entre los diversos receptores se elabora una sensación gustativa diferente, según las necesidades del animal en ese preciso momento; esto explica por que varía a lo largo de un ciclo de alimentación de un individuo, con un descenso de la palatabilidad para los alimentos recién ingeridos y un aumento para aquellos que equilibran la dieta. Las modificaciones gustativas pueden ser temporales o definitivas, dependiendo de la intensidad de las respuestas de los diferentes receptores (Cvabadni 2003).

2.8.1 Órganos de los sentidos

La comunicación del individuo con su entorno está dada inicialmente por los órganos de los sentidos, que desde sus diversas perspectivas ubican a la cabra con su ambiente. De esta manera, la ubicación y percepción de calor, frío, alimento, agua, refugio, congéneres, depredadores y un sin fin más de estímulos, ubican y determinan qué tan exitoso es un individuo para enfrentarse y superar diversas situaciones de vida que impone el medio que habita (Ronny 2008).

Visión. Las cabras tienen una visión de tipo monocular, que los dota de una visión panorámica, es decir, con un campo visual de más 300°, con amplitud hacia los lados y reducido al frente. Lo que hace que no puedan tener una visión remota eficaz; esta debilidad se compensa con las estrategias de pastoreo grupal que le permite a los caprinos comunicarse en caso de alerta o emergencia (Ronny 2008).

Audición y vocalización. Las cabras poseen una agudeza auditiva bien desarrollada, además de una amplia gama de sonidos que tienen como objetivo comunicarse con otras cabras, de tal manera, que actualmente se han logrado tipificar vocalizaciones para el llamado de las crías, comunicación entre crías, llamado de hembra a macho y viceversa durante el celo, durante la cópula, estados de alerta, solicitud de alimento, miedo, dolor, hacinamiento, entre otras. Durante estados de alerta, es observable la posición erecta del pabellón auditivo con pequeños movimientos con la intención de detectar el origen del ruido, seguidamente emite una vocalización “pept”, similar a un estornudo que comunica al resto un posible peligro (Ronny 2008).

Olfato. Es quizá el sentido mejor desarrollado de los caprinos, ya que ocupa una función vital en la transferencia de información valiosa entre los individuos como la identificación y reconocimiento de territorios, individuos, grupos, crías y depredadores. De hecho, el órgano vomeronasal o Jacobson (VSO), que se ubica en el canal inter incisivo de la mandíbula superior como se muestra en la figura 3, es capaz de identificar diferentes secreciones feromonales de índole sexual liberadas en la orina, esto se logra a través de la obturación del labio superior, acción que es comúnmente conocida como signo de *flehemen*, lo que les permite saber con precisión la ausencia o presencia del estro en las hembras a los machos y el estado reproductivo del macho a las hembras (Ronny 2008).

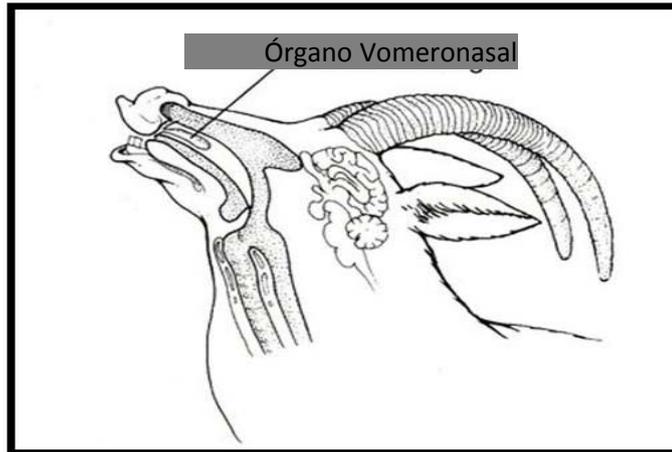


Figura 3. Órgano Vomeronasal. Fuente:National Science Museum

El VSO es un órgano par, tubular, hueco, que mide entre dos y veinte centímetros (2-20 cm) de acuerdo al tamaño y edad de la especie animal, ubicado debajo de la mucosa nasal, en el piso del borde ventral del tabique nasal, envuelto en una capsula cartilaginosa del hueso vomer ; el extremo posterior de la luz del tubo es ciego y el anterior es abierto en forma de hendidura; se comunica con la cavidad nasal y con la cavidad oral bucal en rumiantes y otros mamíferos (Kenneth 2001). Por otro lado, gracias al sentido del olfato pueden distinguir sin probar los alimentos, la calidad y el sabor de estos, desechando así los dañados: las partículas olorosas de las plantas son emitidas por sustancias solidas o gaseosas en estado de evaporación y son el atrayente para la cabra (Agraz, 1984).

Gusto. Las cabras son capaces de reconocer la relación entre el sabor y la respuesta orgánica positiva, que determina los cambios que se producen en el gusto. Los receptores responden a sabores dulces, salados, ácidos y amargos. Del intercambio de información entre los diversos receptores se elabora una sensación gustativa diferente según las necesidades del animal en ese preciso momento. Esto explica por qué el gusto varía a lo largo de un ciclo de alimentación de un individuo, con un descenso de la palatabilidad para los alimentos recién ingeridos y un aumento para aquellos que equilibran la dieta. Las modificaciones gustativas pueden ser temporales o definitivas, esto dependiendo de la intensidad de la respuesta de los diferentes receptores (Ronny 2008).

Todos los animales prefieren la variedad de alimentos, y las sensaciones de saciedad impulsan a los animales a explorar nuevos sitios y alimentos, siendo la relación entre el sabor y la respuesta orgánica positiva, la que determina los cambios que se producen en el gusto de los animales. (www.capraispana.com)

Los receptores del sabor interactúan con los receptores orgánicos que responden:

1. Gusto: dulce, salado, ácido y amargo
2. Olfato con toda la diversidad de olores que se puedan presenten
3. Tacto: astringente, doloroso, temperatura

Los receptores del gusto interactúan con los receptores orgánicos que responden a:

1. Químico-receptores de nutrientes y toxinas
2. Osmo-receptores de concentración de sales
3. Mecano-receptores: distensión de la pared gástrica

Del intercambio de información entre los diversos receptores se elabora una sensación gustativa diferente según las necesidades del animal en ese preciso momento esto explica porque el gusto varía a lo largo de un ciclo de alimentación de un animal con un descenso de palatabilidad para los alimentos recién ingeridos y un aumento para aquellos que equilibran la dieta. Las modificaciones gustativas pueden ser transitorias o bien definitivas según la intensidad de la respuesta de los diferentes receptores (www.capraispana.com).

El comportamiento de las cabras en pastoreo está muy influido por:

- ✓ Las necesidades orgánicas puntuales como crecimiento, gestación, parasitosis.
- ✓ La disponibilidad de alimentos: si estos son escasos, son capaces de comer lo que tengan disponible; si por el contrario hay abundancia y variedad, eligen lo que más les apetece, manteniendo una relación relativamente constante de energía y proteína (www.capraispana.com)

Tacto. Los labios de los caprinos son sumamente sensibles al tacto, les permiten discriminar entre tallos herbáceos, leñosos y espinosos, y de cada uno, las diferentes mixturas que le permitan consumirlos, sin lesionarse la cavidad oral. Pueden distinguir mediante el tacto sensaciones astringentes, dolorosas y cambios bruscos de temperatura. Algunos autores sugieren que el movimiento de los labios, es un indicador de diversos estados emocionales tales como angustia, dolor, miedo y alegría. Además es sabido, que las cabras establecen en un principio los espacios individuales y la relación con otras cabras, a través del contacto lateral, frotando sus flancos reiteradamente (Ronny 2008).

2.8.2 Comportamiento Caprino en Pastoreo.

La apariencia corporal de las cabras en general es “descarnada” y angulosa, de piernas alargadas que le permiten caminar distancias cortas y grandes tramos diariamente en busca de alimento, dependiendo de la zona ecológica donde se encuentren (Danga and Singh, 1996; Animut *et al.*, 2005; Boyazoglu *et al.*, 2005). Esta conformación anatómica les ayuda a que se puedan parar en sus trenes posteriores hasta alcanzar una verticalidad corporal que les ayuda a tener acceso a hojas y frutos en árboles y arbustos. Las cabras tienen hocico estrecho, labio superior móvil y lengua prensil que les ayuda a seleccionar los rebrotes o partes vegetativas más tiernas de las plantas (Mellado *et al.*, 2007).

El comportamiento de las cabras en el pastoreo se interpreta como una relación entre la sensación de satisfacción producida por la ingestión de la comida y las sensaciones proporcionadas por cada componente de la ración, una vez ingerido el alimento (Cvabadni 2003).

La cabra, al igual que la vaca y la oveja, es un rumiante. Estas presentan ciertas características anatómicas y fisiológicas que permiten digerir, por fermentación microbiana, los alimentos fibrosos. A su vez, hay una importante participación de los sentidos del gusto y el olfato, logrando diferenciar los sabores amargos, salados, ácidos y dulces. Esta característica, destaca al caprino, como el de mayor tolerancia a los gustos amargos y salados, consumiendo especies vegetales con altos contenidos de taninos, fenoles y cenizas, además de consumir agua con un contenido salino más elevado que lo tolerable por bovinos y ovinos (Helguero 2005). Sin embargo, el gusto parece estar poco desarrollado en las cabras en comparación con el olfato. (Church, 1972).

Dentro de las características ingestivas sobresale su gran voracidad, pues son contados aquellos productos vegetales que rechaza; se ha observado que en caso de hambre, las cabras hacen agujeros en busca de rizomas, tubérculos y raíces (Wilson y Mulham, 1982).

Comúnmente se dice que “la cabra tira para el monte”, dicho que tiene que ver con la particularidad que define al caprino como un animal de hábito “ramoneador” cuando pastorea en el medio natural (Helguero 2005).

El ganado caprino se destaca por la movilidad y sensibilidad de los labios superiores, la fina y larga estructura de la cara, la buena capacidad de apertura de la boca, la destreza para consumir apoyados en dos patas. El proceso de pastoreo de una cabra a lo largo de un día se realiza en una secuencia de acciones que se repiten en cada nuevo potrero al que entra: (Figura 4)

- 1) Prueba (bajo consumo)
- 2) Ingesta (consumo abundante)
- 3) Diversificación (bajo consumo)

Los animales en general y las cabras en particular, relacionan los sabores de los alimentos con la respuesta positiva o negativa que reciben posteriormente por parte de su organismo (Helguero 2005).

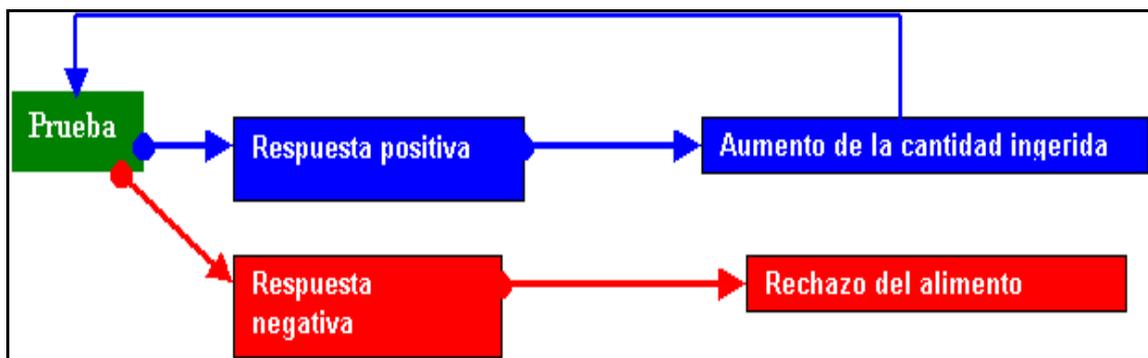


Figura 4. Esquema de Respuesta Alimentaria (Helguero 2005).

La respuesta recibida por parte del organismo es crucial en la valoración de un nuevo alimento, porque es la manera que tiene el animal de conocer como han respondido sus diversos órganos a la composición química de los nuevos nutrientes, proporcionando así una sensación de agrado o de lo contrario, rechazo del nuevo sabor.

2.8.3 Ramoneo Caprino.

Las cabras tienen un comportamiento ingestivo similar al de las ovejas, sin embargo poseen hocico largo y estrecho con boca pequeña, labios superiores móviles y lengua prensil que otorga gran habilidad, permitiendo el ramoneo de hojas pequeñas e incluso especies espinosas (Arbiza *et al.*, 1986 ; Vallentine, 1990 ; Van Soest, 1994).

La cabra come a la altura de sus ojos, en una postura común como mecanismo importante de defensa para su protección contra los predadores. Se ha observado que las cabras al llegar al área de pastoreo valoran el sitio y se dirigen comiendo subsecuentemente hacia las áreas de ramoneo (Lu y Coleman, 1984); en esta actividad, la preferencia de las cabras se manifiesta por tallos suculentos, alcanzando hasta dos metros de altura gracias a su capacidad de bipedestación (apoyarse sobre sus miembros posteriores) es común que las cabras más grandes y altas desgajen los renuevos, poniéndolos a disposición y alcance de aquellos animales más pequeños (Arbiza, 1986)

4.8.4 Rechazo de animales al forraje por efecto de sus excretas.

Los animales tienden a evitar áreas de reciente micción y defecación (especialmente las de su propia especie). Puesto que los animales frecuentemente orinan o defecan en áreas específicas - cerca de las puertas, instalaciones y de la sombra- estas áreas están bien fertilizadas y el pasto es jugoso, pero los animales no quieren pastorear ahí (Leaver 1985, Pezo *et al.* 1992).

El follaje contaminado por deposición de excretas, tiende a ser rechazado por los animales por un periodo variable. El tiempo que dura ese efecto de rechazo es función de la precipitación y el tipo de excretas; este efecto es más duradero en las heces que en la orina, y la presión de pastoreo aplicada a una pastura. El rechazo de los animales por el follaje contaminado, no solo se presenta en el follaje directamente impactado por las excretas, sino también en las áreas circundantes, pudiendo ser el área afectada 6 a 12 veces mayor que el área "manchada" por las excretas (Leaver 1985, Pezo *et al.* 1992).

Se ha observado que al igual que el pasto adyacente al excremento, el ganado come menos el pasto contaminado con el estiércol de los establos aplicados a las pasturas, (Reid *et al.* 1972, Broom *et al.* 1975). Desde un punto de vista forestal y agrícola, el estiércol líquido del ganado ha sido estudiado como repelente para protección de plántulas contra el daño del ganado (Beskorowanjy 1993). Algunos estudios mencionan prácticas tradicionales de uso de estiércol para proteger cultivos del daño del ganado; protección de cocoteros (Rynolds 1994); protección de palma africana en Sri Lanka (Paine 1984); protección de estacas de *Erythrina poeppigiana* en potreros en Costa Rica (Beer 1980); protección de plantíos de pimienta en Tailandia (Gordon 1995).

El estiércol líquido también tiene efecto de aporte de nutrientes e incremento en la producción de materia seca de la vegetación afectada (Pain *et al.* 1974) Holmes (1980) indica que el estiércol líquido tiene aproximadamente entre 2 – 10 g de N, 0.6 – 4 g de P y 0.6 – 7 g de K /litro. Bezkorowajnyi *et al.* (1993) sugiere que el estiércol líquido puede compensar las pérdidas por desnitrificación causada por la compactación del suelo en sitios pastoreados.

2.9 Importancia del *Pinus greggii*.

2.9.1 Nombres comunes

A esta especie se le conoce con varios nombres comunes: pino prieto en Coahuila, pino ocote en Hidalgo. También en las poblaciones del Norte se le conoce con el nombre de pino garabato o pino garabatillo y en las poblaciones del Centro como ocote u ocote chino (INIFAP 2003).

2.9.2 Distribución.

El *Pinus greggii* es una especie endémica de México con gran importancia ecológica y económica; con una distribución restringida a la Sierra Madre Oriental del Centro y Norte de México; se le ha reportado por diferentes autores desde la parte Norte del estado de Puebla y en los estados de Hidalgo, Estado de México, Querétaro, San Luis Potosí, Coahuila y Nuevo León, entre los paralelos 20° 00' a 25° 40' de latitud Norte y meridianos 97° 40' a 101° 20' de longitud Oeste (INIFAP 2003).

2.9.3 Descripción botánica.

2.9.3.1 Árbol.

Árbol de tronco recto y copa amplia e irregularmente redonda de 10 a 25 metros de alto y hasta 40 cm de diámetro. Cuando el árbol es maduro, la corteza de la parte inferior del tronco es gruesa, de color café grisáceo y dividido por profundas fisuras verticales en largas placas escamosas. En la pared superior del tronco la corteza es de color café grisácea y lisa; los arboles jóvenes tienen la corteza lisa y de color café grisácea (INIFAP 2003).

2.9.3.2 Hojas.

En grupos de tres, pudiéndose presentar raramente dos y cuatro, alrededor de 7 a 15 centímetros de largo; de 1 – 1.2 mm de ancho; delgadas a medianamente gruesas, anchamente trianguladas, derechas, rectas y rígidas de color verde claro brillante, bordes aserrados con dienteillos muy cortos, sus canales resiníferos medios, en números de 2 a 6 presenta; estomas en la superficie dorsal y ventral (INIFAP 2003).

2.9.3.3 Ramas y ramillas.

Ramas ascendentes, delgadas y colocadas irregularmente en el tallo; ramillas erectas, flexibles de color rojizo con tinte grisáceo, normalmente cubierta por el follaje café grisáceo, a veces ceniciento, con la base de las brácteas no decurrentes. Con ramas bajas horizontales a inclinadas. En arboles aislados, las ramas son a menudo cercanas al suelo y la copa es amplia (INIFAP 2003).

2.9.3.4 Madera

No es muy resinosa, color amarillenta pálida; tiene una densidad media; se usa localmente para leña, pilotes, madera labrada y para la construcción, así como para postes para cerca (INIFAP 2003).

2.9.4 Importancia económica.

Normalmente, el *Pinus greggii* produce poca resina y es poco aprovechada. Se le ha observado buena adaptación en suelos degradados del Valle de México, donde se ha utilizado en reforestación para recuperar suelos erosionados. Es una especie ornamental, recomendándose para parques y campos deportivos abiertos. Actualmente se ha probado en plantaciones forestales fuera de su área de distribución natural, donde ha demostrado buena adaptación a suelos degradados, resistencia a plagas, enfermedades y sequía, así como buen crecimiento durante sus primeros años de establecimiento.

Esta especie tiene una gran importancia ya que, resultados de ensayos de *Pinus greggii* en Argentina, Brasil, Colombia, India, Venezuela, Sudáfrica y Zimbabwe entre otros, indican que esta especie puede tener un potencial considerable para plantaciones comerciales como alternativa al *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* y al *Pinus patul*.

Por su rusticidad, rápido crecimiento y precocidad en la floración, a *Pinus greggii* lo hacen atractivo para realizar programas de mejoramiento genético y el establecimiento de plantaciones forestales ya sea con fines comerciales, de recuperación de suelos o de protección de cuencas. En México, es la cuarta especie de pino en términos de importancia en plantaciones del Programa Nacional de Reforestación (INIFAP 2003).

2.10 Manejo de Agostaderos

Para el productor de ganado, un aspecto crítico en relación a la productividad de su rancho, es el agostadero, debido a que tiene capital invertido en tierra, construcciones, animales y salarios de los trabajadores, y los ingresos que obtiene se generan de la vegetación que transforma el ganado en productos. La interface decisiva en todo esto es el pastoreo, por eso es muy importante planificarlo. Por lo general, la mayoría de los ganaderos no lo hacen y pierden grandes cantidades de dinero porque la producción de forraje disminuye y por consiguiente la productividad de su rancho (Savory, 1996).

De acuerdo con Huss (1993), el manejo científico de los agostaderos se basa en la premisa, de que los agostaderos pueden ser mejorados y pastoreados a perpetuidad por el ganado doméstico. Para lograrlo, el ganadero debe planificar la utilización del agostadero y procurar que los animales conviertan eficientemente el forraje en productos aptos para el consumo humano, sobre una base sostenible que considere conjuntamente la recuperación del pasto y la crianza de los animales. Además, expresa que la intensidad de defoliación entendida como la cantidad de la producción de forraje del año, medida en peso, que corta el hombre o consume el ganado es fundamental para lograr la máxima producción ganadera y al mismo tiempo asegura la existencia de plantas sanas y productivas, por que la productividad de las plantas depende de la intensidad, frecuencia y temporada de defoliación.

El mismo autor manifiesta que la intensidad de defoliación para la mayoría de las especies es de alrededor de 50 a 60%, aunque algunas especies pueden soportar grados mas intensivos de uso. Sin embargo, la regla para los técnicos en manejo de pastizales, es de que la mitad de la producción del año puede ser consumida por los animales y que se debe dejar la otra mitad para las plantas, con el fin de que se alimenten y mantengan.

2.10.1 Métodos de Pastoreo.

Vivien (1991) define a los métodos de pastoreo como “un procedimiento específico o técnica de manejo de pastoreo diseñado para lograr un objetivo específico. Uno o más métodos de pastoreo pueden ser utilizados dentro de un sistema de pastoreo”. Así, al sistema de pastoreo lo define como “una combinación determinada e integrada por animales, plantas, suelo y otros componentes ambientales y el método de pastoreo por el cual el sistema es manejado para lograr resultados o metas específicas”.

El pastoreo es mucho más que la forma en que los animales se alimentan en los agostaderos ya que, además de la forma de cosechar pasto, también implica una serie de interacciones que se establecen entre los animales y el ambiente. Es importante el impacto que ejercen los animales en el suelo, en el ciclo del agua, en el flujo de energía y en la sucesión vegetal, así como el impacto que produce la calidad del ambiente en el comportamiento y desarrollo de los animales (Márquez, 2002).

En el diseño del pastoreo, son numerosos los factores que se toman en cuenta, con el propósito de evitar en lo posible, los efectos nocivos de la defoliación durante la etapa más vulnerable del crecimiento de la planta y para promover e intensificar la sucesión vegetal secundaria y el mejoramiento de la condición del pastizal. Son muchos los beneficios que se buscan con los sistemas de pastoreo; los más importantes son detener y revertir la desertificación, reducir la frecuencia de pastoreo, hacer más eficiente el uso de los recursos forrajeros, crear reservas forrajeras para utilizarlas durante la temporada de receso del crecimiento, reducir costos, favorecer la vida silvestre y asegurar niveles aceptables de producción ganadera. La columna vertebral de todo sistema es una adecuada tasa de ocupación y ningún sistema tendrá éxito sin ella. Por lo tanto, no existe un sistema ideal apto para todas las situaciones, por lo que es necesario introducir modificaciones para adaptarlos a las condiciones locales y así se puedan desarrollar mejores sistemas de pastoreo (Huss, 1993).

2.10.2 Pastoreo continuo.

El pastoreo continuo, algunas veces llamado simplemente pastoreo o pastoreo durante todo el año, se caracteriza por que el ganado pasta libremente por periodos prolongados o durante todo el año en un mismo potrero. A un cuando se tienen varias divisiones, los ganaderos distribuyen al ganado en todos los potreros al mismo tiempo. Es el más comúnmente usado entre los ganaderos del país. Su desventaja fundamental es que el pastoreo no es uniforme, genera áreas sobrepastoreadas y áreas con plantas subutilizadas, sin importar la carga animal que se usa, lo que provoca erosión del suelo, disminución en el número y vigor de las plantas con alto valor forrajero, con la consecuente reducción de la calidad del agostadero, rendimiento animal bajo por unidad de superficie, agotamiento de plantas deseables y finalmente, la sucesión vegetativa negativa que conduce a la desaparición parcial o total de la cubierta vegetal forrajera (Huss, 1993; Blanco y Fierros, 1995).

Lo anterior se da en la medida que el ganado intensifica el pastoreo sobre los rebrotes de las plantas más palatables. La ventaja de este método es que requiere de baja inversión en infraestructura. Actualmente, una buena parte de los ganaderos de todo el país, practican el método de pastoreo continuo, siendo más frecuente en las zonas áridas y semiáridas (Blanco y Fierros, 1995).

2.10.3 Pastoreo rotacional.

Este método no es nuevo, ya que se ha venido utilizando desde hace más de 2000 años. Consiste en dividir el agostadero en dos o más potreros en los que continuamente se mueven los animales de uno a otro. El propósito fundamental es el de reducir el área total de pastoreo y obligar al ganado a consumir de manera más pareja el forraje ofrecido, lo que permite que la recuperación de los pastos sea más uniforme y se tenga mejor calidad en los nutrientes que con el pastoreo continuo. En contraparte, presenta una mayor inversión en infraestructura, básicamente en cercos. Esto último se ve compensado por un menor costo de mantenimiento, mayor durabilidad del agostadero y por tanto economía a largo plazo (Huss, 1993; Blanco y Fierro 1995).

Este método dispone una forma eficaz y económica para mejorar los pastizales cuando las decisiones de manejo se toman adecuadamente, ya que el método de manejo de pastizales y de ganado pueden ser una herramienta eficaz para mejorar la producción. Además, se debe considerar que las decisiones de manejo requieren una visión capacitada que la mayoría de los ganaderos desatienden (Huss, 1993).

2.10.4 Pastoreo racional.

Esta forma de pastoreo también es conocido como Pastoreo Intensivo Tecnificado (PIT), el cual tiene un alto nivel de planificación, ya que se basa en las tasas de crecimiento de las plantas y tiempo de exposición y reexposición al pastoreo como clave para minimizar el sobrepastoreo (Blanco y Fierros, 1995).

Este sistema consiste en hacer un consumo rápido del forraje ofrecido, lo cual se logra con periodos cortos de ocupación, áreas pequeñas y altas presiones de pastoreo. Asimismo, se otorga un periodo adecuado para la recuperación de la planta, de tal forma que alcance a generar el follaje suficiente que garantice la producción de reservas radicales, a fin de lograr un rebrote vigoroso y la mayor disponibilidad de forraje (FIRA, 1996), antes del siguiente periodo de pastoreo.

Por otro lado, con este sistema de manejo, se favorece el reciclaje de nutrientes con el depósito de estiércol y orina, al manejar altas densidades de ganado en áreas relativamente pequeñas. Asimismo, al reducir el tamaño de las áreas, se evita el gasto innecesario de energía corporal del ganado en la actividad del pastoreo, aumentando la ganancia de peso vivo y producción diaria de leche (FIRA, 1996).

Para abaratar costos y lograr mayor eficacia en la ejecución del sistema, se vienen utilizando algunas herramientas útiles como: cercos eléctricos, bebederos y saladeros móviles principalmente, que se caracterizan sobre todo por su bajo costo, versatilidad y fácil manejo (FIRA, 1996).

2.10.5 Métodos sistematizados.

En opinión de Huss (1993), son aquellos métodos en que el agostadero se pastorea en un programa fijo o en fechas específicas. Algunas variantes o modalidades del pastoreo rotacional pertenecen a este grupo. Entre los métodos de pastoreo de este grupo están el pastoreo diferido, rotacional diferido, rotacional de descanso, intensidad alta-baja frecuencia, pastoreo por células. A veces el método lleva el nombre del diseñador original.

Estos métodos de pastoreo se utilizan extensa y exitosamente en tierras de pastoreo en el oeste de los Estados Unidos. Requieren pastizales con capacidad de pastoreo más o menos igual y con agua para que beba el ganado. Aunque se pueden aplicar sin cerco con buenos resultados, lo más común es el uso de cercos para realizar divisiones al interior del perímetro del agostadero (Márquez, 2002).

2.10.5.1 Pastoreo Holístico o Pastoreo Savory.

El término “manejo holístico” desarrollado por su autor, el biólogo Allan Savory, estudia el entorno natural para la toma de decisiones, que es una forma de pensamiento que tiene por objetivo seleccionar acciones en base a valores y principios que incluye: recursos humanos, biológicos, tecnológicos y financieros, que permitan alcanzar una meta que contemple el todo, de manera que las decisiones sean adecuadas económica, ecológica y socialmente (Savory 1996).

Este método se caracteriza porque en la planificación se usan cuatro dimensiones: 1) tiempo del año, de periodos de pastoreo, de recuperación y del estado fisiológico de los animales; 2) área disponible por día; 3) volumen de forraje utilizado por el número y tamaño de los hatos y por la asociación entre ellos; y 4) el comportamiento de los animales que tiene que ser planificado, así como las reservas forrajeras para la sequía y otros usos de la tierra como la fauna silvestre, cultivos y bosque que deben tenerse en cuenta simultáneamente (FIRA, 1996).

La planeación se hace para lograr una meta holística que implica riqueza y no producción únicamente. Considera a los animales como la herramienta principal en el logro de sus objetivos. La meta holística es el planteamiento que desean alcanzar las personas involucradas en la administración de los recursos de los que se deben obtener los productos que sostengan la calidad de la vida que se busca, así como el futuro de la base de recursos necesarios para lograr la producción (FIRA, 1996).

Las decisiones se hacen sobre muchos factores, las cuales deben ser al mismo tiempo apropiado desde el punto de vista social, ecológico y económico. La decisión no se hace contra factores aislados; esta ligado con la generación anual de riqueza y se planifica en base a los periodos de recuperación de las plantas y en consumo de forraje (Blanco y Fierros, 1995). Bajo este concepto es pertinente señalar que el sobrepastoreo no es producto del pastoreo de muchos animales, el sobrepastoreo ocurre cuando la planta es pastoreada severamente por el ganado durante el periodo de crecimiento, y vuelve a ser consumida antes de que se recupere del primer pastoreo. Esto sucede cuando las plantas se exponen a un largo periodo de pastoreo, o por que el animal regresa al mismo potrero antes de que se logre la recuperación de la planta (Savory 1996).

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

3.1.1 Localización, Extensión y Límites.

El estudio se realizó durante el año 2008 en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agrosilvopastoril (CEIEPASP), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M., localizado en el kilómetro 68.5 de la carretera Atizapan-Jilotepec, en el municipio de Chapa de Mota, Estado de México. Dicho municipio se encuentra ubicado al norte del Estado de México y colinda con los siguientes municipios: hacia el Norte con Jilotepec, al Sur con Morelos, al Este con Villa del Carbón, al Oeste con Timilpan y Morelos. Se ubica en la carta topográfica TEPEJI DEL RIO E14A18, escala 1:50 000 (Figura 5).



Figura 5. Ubicación geográfica del municipio de Chapa de Mota.

Fuente: Enciclopedia de los Municipios de México. *Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de México 2005.*

3.1.2 Clima

De acuerdo con el sistema de Köppen, modificado por García (1981), el clima del municipio de Chapa de Mota, queda definido como C(w2)(w)b(i'), caracterizado por un clima templado, el más húmedo de los subhúmedos, con temperaturas media anual de 14°C y una precipitación media anual de 900 mm y régimen de lluvias en Primavera-Verano (INEGI, 1991); el 80% de la precipitación total se presenta en los meses de julio, agosto, septiembre y primera quincena de octubre (CEIEPASP, 2003).

3.1.3 Suelos

De acuerdo con el sistema de clasificación de la FAO-UNESCO, el suelo dominante se clasifica como Feozem húmico de origen ígneo, profundo, con pH ácido (4.7 a 6.1), contenido de materia orgánica de moderado a alto y drenaje interno y externo moderado (COTECOCA, 1998)

3.1.4 Vegetación

La parcela experimental esta dentro de un área trabajada bajo un sistema de Pastoreo en Callejones (“*Alley Farming*”), en donde el arreglo espacial es el siguiente: los callejones de herbáceas miden 6 metros de ancho por 90 metros de largo, orientadas de Este - Oeste existiendo amplia variedad de especies vegetales herbáceas predominando *Sporobolus indicus*, *Lychurus phleoides*, *Rumex salicifolius*, *Muhlebergia macroura*, *Pennisetum clandestinum*, *Bromus inermis* y *Piptochaetium fimbriatum*. Asociadas con franjas intercaladas de árboles con una distancia promedio de 2 metros entre cada árbol, es decir, un arreglo de plantación de 2 x 2, teniendo cada franja 4 líneas de pinos de las especies *Pinus greggii* con una edad promedio de 8 años aunque se han realizado repoblaciones de arboles y por consiguiente se tienen edades de 3 años hasta los 8 años y una altura que oscila de 1 metro a 6 metros con un DAP (diámetro a la altura del pecho a 1.2 metros de altura) promedio de 10 cm.

El manejo forestal que han tenido estos arboles son podas de formación, riegos constantes en el primeros 3 años de establecimiento o aclimatación; ya adaptados se continuo con 4 riegos de auxilio anuales durante la época de sequía y fertilizaciones nitrogenadas y estercoladuras.

3.2 Áreas de pastoreo.

Para el estudio del efecto del biorrepelente, se utilizaron ocho parcelas en condiciones, similares de cobertura herbácea y arbórea.

3.2.1 Características de las Parcelas.

Cada parcela tuvo un área de asignación de 597 m², dentro de la cual se encontraban arboles de diámetros que iban desde los 3 cm a los 15 cm. Cada área de asignación debía tener 20 arboles (*Pinus greggii*) con un DAP igual o menor de 5 cm de diámetro, para evaluar la interacción árbol – animal.

3.3 Forma de pastoreo.

Se pastoreo con un hato formado por 30 cabras hembras de la raza alpino francés de entre 1 y 5 años de edad, con un peso promedio de 38 ± 2 Kilogramos de las cuales un 80% estaba en el segundo mes de gestación; estas cabras ya habían entrado al área de Pastura en Callejones (“*Alley Farming*”), de acuerdo con el plan de pastoreo del CEIEPASP, es decir que las cabras ya conocían el agostadero y el método de pastoreo. El pastoreo se controló con el auxilio de un cerco eléctrico portátil de 2 hilos de polifilamento. Se ajusto la *carga animal instantánea*, utilizando la equivalencia en U.A. y los resultados de evaluación del pastizal (Forraje ofrecido) que se muestran en los cuadros Anexo 1 y 2.

3.4 Tratamientos.

Se evaluaron 8 tratamientos:

Cuadro 1. Tratamientos Evaluados

Numero de Tratamiento	TRATAMIENTO
1	Testigo
2	Solución de Excretas Porcinas
3	Solución de Excretas Caprinas
4	Solución de Excretas Bovinas
5	Solución de Excretas Ovinas
6	Solución de Excretas Equinas
7	Solución de Excretas de Conejo
8	Solución de Ajo (<i>Allium sativum L.</i>)

5.5 Elaboración de Soluciones de Excretas y de Ajo

Estas soluciones se elaboraron mezclando cada tipo de excretas con agua tibia (35 °C) en una proporción 1:10, (2 kilogramos de excremento en 20 litros de agua); cada solución se dejó fermentar durante tres días y después se filtraron, utilizando para esto una malla mosquitera con un tamaño de abertura de 1 milímetro con el objetivo de que en la solución no existieran agregados y la boquilla de la mochila aspersora manual no se obstruyera.

La solución de ajo (*Allium sativum L.*) se preparó licuándose 300 g de ajo en un litro de agua. Esta mezcla se colocó a fuego lento hasta alcanzar el punto de ebullición, manteniéndose en este punto durante 5 minutos. Posteriormente, se dejó reposar hasta que se enfriara, para poder así filtrarlo utilizando una coladera con una apertura de 2 milímetros.

3.6 Aplicación de Soluciones.

La aplicación de las soluciones a los 20 árboles de cada tratamiento, se realizaba 30 minutos antes de que entraran las cabras a pastorear el área de asignación. Se aplicó a punto de goteo en el fuste de cada árbol desde su base hasta una altura aproximada de 1.80 metros abarcando también las ramas y hojas presentes dentro de este margen como se muestra en la figura 6. Se utilizó para ello una mochila aspersora manual con una capacidad de 20 litros.



Figura 6 Aplicación de biorrepelente en los pinos (*Pinus greggii*).

5.7 Mediciones y determinaciones realizadas.

Durante el estudio, se realizaron las siguientes determinaciones: forraje ofrecido, comportamiento caprino, carga animal instantánea.

Se estimó la cantidad de forraje presente en base seca, mediante el método del cuadrante realizándose 30 muestreos aleatorios utilizando un cuadrante de $.25\text{m}^2$ cortando el forraje a 5 cm del suelo. Posteriormente el forraje cosechado fue puesto a secar en una estufa con extracción de aire forzado a una temperatura de $70\text{ }^\circ\text{C}$ durante 24 horas para determinar materia seca (Anexo 1) y poder así designar la superficie que debía tener cada parcela de pastoreo en cada tratamiento (597m^2) en función de la *Carga Animal* deseada. Se consideró dejar un forraje residual del 50 % después de cada ocupación o pastoreo, lo cual nos da un Coeficiente de Agostadero de 5.18 Ha/U.A./año.

La Carga Animal Instantánea se calculó tomando en cuenta la tabla de equivalencias de ganado mayor (SAGARPA 2000) en donde un caprino equivale a $.14$ U.A., el número de cabras que pastorearon y considerando también que una U.A. consumiría el forraje equivalente al 3 % de su peso vivo (Anexo 2).

Con relación al comportamiento caprino en el pastoreo se evaluaron las actividades que tenía la cabra en el momento en que esta interactuaba con algún árbol (contacto visual con el árbol, contacto olfativo con el árbol, lamer, bipedestación, ramonear, descortezar). Esto se medio utilizando etogramas. Se llevó a cabo un registro instantáneo en el cual se anotaba la hora en la que la cabra realizaba alguna de las actividades a contabilizar y número de identificación de la cabra. Los etogramas de pastoreo (Anexo 4) implicaron una metodología observacional directa, la cual se realizó diariamente con 30 caprinos durante 8 días hasta completar el total de tratamientos. El tiempo de pastoreo inició a las 9:00 am y terminó aproximadamente a las 12:00 pm por lo que se evaluaron 3 horas de pastoreo promedio por día.

La hoja de registro del etograma de pastoreo incluyo los siguientes comportamientos:

- ✓ El contacto visual, que se observo en el momento en que la cabra se aproximaba a menos de 50 cm del árbol mirándolo fijamente.
- ✓ El contacto olfativo, se considero cuando la cabra jadeaba y respiraba situando su nariz en el fuste, hojas o ramas del árbol.
- ✓ El lamido, se aprecio en el momento en que el animal lengüeteaba, lamia o probaba el fuste, hojas o ramas del árbol.
- ✓ La bipedestación, es el comportamiento en el que la cabra apoyaba sus miembros anteriores sobre el fuste o ramas del árbol.
- ✓ El ramoneo, se observo en el momento que la cabra introducía hojas o ramas de los arboles hacia la cavidad bucal y hacia una prensión de estos materiales vegetales.
- ✓ El descortezamiento se registró en el momento en que la cabra, por medio de los dientes incisivos y la ayuda del cojinete dentario de la mandíbula superior, arranca desgajaba o mordisqueaba la corteza del fuste.

Se usó un diseño experimental en bloques completamente al azar, con tres repeticiones y una comparación de medias utilizando la prueba de Tukey.

IV. Resultados y Análisis

4.1 Eventos Visuales.

Con relación a los eventos visuales evaluados en el experimento, las cabras mostraron valores altamente significativo con relación al tipo de tratamiento utilizado, (Cuadro 2) observándose que en el tratamiento Testigo y el de Excretas porcinas, son estadísticamente iguales entre sí (Significancia de 0.05) (Cuadro 3) es decir que el tratamiento Testigo, donde no existe ningún tipo de biorrepelente, no hubo un elemento detractor que disminuyera la interacción visual de la cabra con el árbol, a diferencia de los otros tratamientos; esto nos indica que el sentido de la visión tiene una influencia en la cabra para seleccionar su alimento, dado que la cabra para elegir el alimento tiene que seguir una secuencia de acciones donde primero observa, después olfatea y por último prueba el alimento seleccionado, siendo muy ligadas las acciones visuales y olfativas. Aunque no hay que olvidar que el sentido de la visión es más utilizado para reconocer posibles amenazas en el área de pastoreo, y el sentido del olfato les es más usado para seleccionar su alimento.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Arnol (1978) donde menciona que los caprinos pastan mientras van caminando, en un proceso continuo de búsqueda, selección e ingestión. De este modo, cuanto los animales reconocen la distribución de las especies vegetales, dedican menos tiempo a la búsqueda visual que lleva a distracciones y pérdida de tiempo para la ingestión de alimento.

Cuadro 2 Análisis de Varianza de los eventos visuales.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft ^{0.5}	Ft ^{0.1}
Bloques	2	6.89	3.44	2.95	3.74NS	6.51NS
Biorrepelentes	7	59.812	8.54	7.34	2.76*	4.28**
Error	14	16.297	1.164			
Total	23	82.999				

C.V. = 19.93

NS=No Significativo, *Significativo, **Altamente Significativo, FV= Fuente de Variación, GL: Grados de Libertad, SC: Suma de Cuadrados, CM: Cuadrado Medio, Fc: F Calculada, Ft: F de Tablas, C.V.: Coeficiente de Variación.

Cuadro 3. Resultados de Comparación de Medias de los eventos visuales.

TRATAMIENTO	MEDIA
Testigo	9.47 a
Solución de Excretas Porcinas	7.89 ab
Solución de Excretas Caprino	5.51 b
Solución de Excretas Ovino	5.21 b
Solución de Excretas de Conejo	5.18 b
Solución de Excretas Equinas	5.08 b
Solución de Excretas Bovinas	5.08 b
Solución de Ajo	4.94 b

Valores con letras distintas tienen diferencia significativa, según prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).
Tukey= 3.09

4.2 Eventos Olfativos.

Los eventos olfativos mostraron diferencias altamente significativas tanto para los biorrepelentes (tratamientos) y los bloques o tiempos de pastoreo (Cuadro 4) siendo el tratamiento de excretas de Conejo quien obtuvo una diferencia significativa (Cuadro 5), lo cual nos indica que la aplicación de este tratamiento influye entre la interacción olfativa de la cabra con el árbol, esto es de suma importancia ya que el sentido del olfato es el más desarrollado de la cabra dado que este sentido tiene gran influencia para la selección de su alimento, es decir que si ejercemos una influencia negativa (repulsiva) en la interacción olfativa de la cabra con el árbol esta se verá forzada a seguir olfateando el área de pastoreo hasta reconocer los alimentos que le sean apetecibles teniendo por consiguiente aumentar los eventos olfativos.

Cuadro 4. Análisis de Varianza de los eventos olfativos

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft ^{0.5}	Ft ^{0.1}
Bloques	2	10.79	5.39	13.47	3.74*	6.51**
Biorrepelentes	7	12.757	1.82	4.55	2.76*	4.28**
Error	14	5.63	0.40			
Total	23	29.191				

C.V. =50.79

NS=No Significativo, *Significativo, **Altamente Significativo, FV= Fuente de Variación, GL: Grados de Libertad, SC: Suma de Cuadrados, CM: Cuadrado Medio, Fc: F Calculada, Ft: F de Tablas, C.V.: Coeficiente de Variación.

Cuadro 5. Resultados de Comparación de Medias de los eventos olfativos

TRATAMIENTO	MEDIA
Solución de Excretas de Conejo	2.99 a
Solución de Excretas Equinas	2.69 ab
Solución de Excretas Porcinas	2.41 abc
Solución de Excretas Caprinas	2.41 abc
Testigo	1.85 abc
Solución de Excretas Bovinas	1.55 abc
Solución de Ajo	1.30 abc
Solución de Excretas Ovinas	0.68 c

Valores con letras distintas tienen diferencia significativa, según prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).
Tukey = 1.82

Por otro lado los bloques u horas de pastoreo también muestran una alta diferencia significativa, donde los eventos olfativos van disminuyendo progresivamente con el tiempo de pastoreo (Cuadro 6). Analizando estos resultados podemos decir que este tratamiento mostró el mejor resultado con lo que respecta a la adherencia y prolongación del aroma de la solución sugiriendo utilizar la mezcla de excretas de conejo y caprinas la primera como un fijador y la segunda como ingrediente activo repulsivo.

Cuadro 6. Resultados de Comparación de Medias de los bloques en los eventos olfativos.

BLOQUE/HORA	MEDIA
1ra	58.05 a
2da	38.25 b
3ra	9.46 c

Valores con letras distintas tienen diferencia significativa, según prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).
Tukey = 0.82

Este efecto se debe probablemente a que el efecto detractor de los tratamientos se ven reducidos por su volatilización teniendo en la última hora efecto menor, y consecuentemente disminuyendo el número de eventos olfativos. Analizando estos resultados podemos decir que el tratamiento que obtuvo mejor resultado en lo que respecta a la adherencia y prolongación del aroma detractor, fue el tratamiento a base de excretas de conejo.

4.3 Eventos de Lengüeteo

En los eventos de lengüeteo se obtuvo una diferencia altamente significativa con relación al tiempo u horas de pastoreo, y una diferencia significativa con relación a los tratamientos (Cuadro 7). Siendo el tratamiento de soluciones de excretas de conejo el que mejor efecto repulsivo obtuvo (Cuadro 8) esto se puede entender dado que los eventos de lengüeteo y olfativos están íntimamente relacionados en la secuencia de acciones que realiza la cabra para seleccionar un alimento (prueba) estos tendrán una tendencia muy parecida a los largo del pastoreo, dado que como se menciona anteriormente en el apartado de eventos olfativos este mismo tratamiento mostro los mayores valores olfativos. Además de que en el cuadro 9 podemos observar nuevamente esta tendencia ya que al igual que los eventos olfativos el lengüeteo disminuye progresivamente con el tiempo lo cual reafirma la idea de que existe un efecto de volatilización en los tratamientos viéndose menos afectado el tratamiento a base de excretas de conejo, mostrando una mejor adherencia o fijación.

Cuadro 7 Análisis de Varianza de los eventos de lengüeteo.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft ^{0.5}	Ft ^{0.1}
Bloques	2	0.58	0.29	7.25	3.74*	6.51**
Biorrepelentes	7	1.01	0.14	3.5	2.76*	4.28NS
Error	14	0.65	0.04			
Total	23	2.24				

CV = 95.51

NS=No Significativo, *Significativo, **Altamente Significativo, FV= Fuente de Variación, GL: Grados de Libertad, SC: Suma de Cuadrados, CM: Cuadrado Medio, Fc: F Calculada, Ft: F de Tablas, C.V.: Coeficiente de Variación.

Cuadro 8. Resultados de Comparación de Medias en los eventos de lengüeteo.

TRATAMIENTO	MEDIA
Solución de Excretas de Conejo	0.716 a
Solución de Excretas Bovinas	0.396 ab
Solución de Excretas Caprinas	0.386 ab
Solución de Excretas Equinas	0.296 ab
Solución de Ajo	0.286 ab
Solución de Excretas Porcinas	0.120 b
Testigo	0.076 b
Solución de Excretas Ovinas	0.04 b

Valores con letras distintas tienen diferencia significativa, según prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).
Tukey = 0.57

Cuadro 9. Resultados de Comparación de Medias de bloques en los eventos de lengüeteo.

BLOQUE/HORA	MEDIA
1ra	1.31 a
2da	1.24 b
3ra	0.04 c

Valores con letras distintas tienen diferencia significativa, según prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).
Tukey = 0.26

4.4 Eventos de Bipedestación

En los eventos de bipedestación, sólo se observó una diferencia significativa en relación a los tratamientos (Cuadro 10) arrojándonos que el tratamiento testigo obtuvo el mayor valor de eventos de bipedestación, es decir que posiblemente la cabra al no encontrar un sabor u olor repulsivo en el árbol esta optaba por pararse sobre sus miembros posteriores para alcanzar hojas y ramas de mayor succulencia y poder ramonear a los arboles, sin embargo también encontramos en la comparación de medias que los tratamientos a base de ajo y excretas exceptuando las de ovinos son estadísticamente iguales que al tratamiento testigo, (Cuadro 11) lo cual podría parecer contradictorio ya que por ejemplo el tratamiento a base de excretas de conejo a presentado valores significativos en los eventos que tienen que ver con la secuencia de acciones que realiza la cabra para seleccionar el alimento, (olfativos y lengüeteo) mas sin embargo no hay que olvidar que la cabra puede utilizar la bipedestación tanto para comer hojas y ramas mas tiernas o para olfatear, tocar con el labio que es sumamente sensible al tacto lo cual les permite discriminar entre tallos leñosos y hojas espinosas y buscar partes apetecibles del árbol (Fig. 7) de aquí se explica por que aun que no hay una diferencia significativa entre estos tratamientos.

Cuadro 10 Análisis de Varianza de los eventos de bipedestación

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft ^{0.5}	Ft ^{0.1}
Bloques	2	2.93	1.46	2.05	3.74NS	6.51NS
Biorrepelentes	7	18.15	2.59	3.64	2.76*	4.28NS
Error	14	9.95	0.71			
Total	23	31.03				

C.V. = 40.14

NS=No Significativo, *Significativo, **Altamente Significativo, FV= Fuente de Variación, GL: Grados de Libertad, SC: Suma de Cuadrados, CM: Cuadrado Medio, Fc: F Calculada, Ft: F de Tablas, C.V.: Coeficiente de Variación.

Cuadro 11 Resultados de Comparación de Medias de eventos de bipedestación.

TRATAMIENTO	MEDIA
Testigo	3.66 a
Solución de Excretas de Conejo	3.27 ab
Solución de Excretas Porcinas	2.48 abc
Solución de Excretas Caprinas	2.01 abc
Solución de Excretas Bovinas	1.94 abc
Solución de Ajo	1.77 abc
Solución de Excretas Equinas	1.51 abc
Solución de Excretas Ovinas	0.81 c

Valores con letras distintas tienen diferencia significativa, según prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).
Tukey = 2.42



Figura 7. Bipedestación caprina

4.5 Eventos de Ramoneo.

Este evento es ya una acción de ingesta (consumo) dentro de la secuencia de acciones que realiza la cabra para seleccionar su alimento, por esta razón, es de suma importancia este evento dentro del experimento. Los eventos ramoneadores arrojaron una diferencia significativa tanto con relación a los tratamientos y el tiempo u horas de pastoreo (Cuadro 12). Donde encontramos que el tratamiento testigo tiene un alto valor de estos eventos ramoneadores y que junto con el tratamiento a base de excretas porcinas son estadísticamente diferentes a los demás tratamientos es decir que estos no mostraron un efecto detractor o repulsivo, a diferencia de los otros tratamientos (Cuadro 13).

Cuadro 12 Análisis de Varianza de los eventos de ramoneo.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft ^{0.5}	Ft ^{0.1}
Bloques	2	10.98	5.48	4.02	3.74*	6.51NS
Biorrepelentes	7	38.40	5.48	4.02	2.76*	4.28NS
Error	14	19.06	1.36			
Total	23	68.44				

C.V.= 32.60

NS=No Significativo, *Significativo, **Altamente Significativo, FV= Fuente de Variación, GL: Grados de Libertad, SC: Suma de Cuadrados, CM: Cuadrado Medio, Fc: F Calculada, Ft: F de Tablas, C.V.: Coeficiente de Variación.

Cuadro 13 Resultados de comparación de medias de eventos de ramoneo.

TRATAMIENTO	MEDIA
Testigo	7.27 a
Solución de Excretas Porcinas	4.90 ab
Solución de Ajo	3.83 b
Solución de Excretas de Conejo	3.78 b
Solución de Excretas Caprinas	3.76 b
Solución de Excretas Equinas	3.66 b
Solución de Excretas Bovinas	3.39 b
Solución de Excretas Ovinas	3.01 b

Valores con letras distintas tienen diferencia significativa, según prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).
Tukey = 3.35

Esto nos indica que la cabra tiene un comportamiento innato de ramoneo eliminando ese paradigma que se tiene donde se piensa que la cabra ramonea por que no existe alimento en el estrato herbáceo, dado que en este experimento se asigno un área de pastoreo donde tenia la suficiente masa forrajera para satisfacer esas necesidades de alimentación (Fig. 8). De acuerdo con este comportamiento alimentario, la cabra puede considerarse oportunista, pues combina la selección de su dieta entre plantas arbustivas o arbóreas y herbáceas. Mostrando una gran capacidad de adaptación a diversos ambientes, alimentándose de plantas que por sus características físicas y químicas no pueden ser consumidas por otros animales, logrando sobrevivir a condiciones ambientales difíciles, donde otros animales como los bovinos perecerían. Es decir que en lugar de ver a la cabra como una animal depredador del ambiente, tenemos que enfatizar estas ventajas que nos ofrece la cabra para llevar a cabo métodos de pastoreo sustentables, en regiones erosionadas o de una topografía accidentada, del país donde por lo general se ubican poblaciones económicamente pobres siendo esta una opción para mejorar la calidad de vida de estas comunidades.



Figura 8 Ramoneo de la cabra sobre los pinos (*Pinus greggii*).

Además un punto importante que se muestra en los resultados, es el efecto repulsivo que ejercen los tratamientos a base de excretas (Cuadro 13) recomendándose la aplicación de biorrepelentes a base de excretas caprinas tomando en cuenta que sería un material de fácil acceso para el productor o campesino a diferencia del uso de la solución a base de ajo.

Otro aspecto importante es la diferencia significativa con relación al ramoneo y tiempo u horas de pastoreo (Cuadro 14) ya que se observó que en la primera hora se tiene el menor valor de eventos de ramoneo y en la segunda hora tiene un máximo de estos eventos sucede por que la cabra al llegar e iniciar el pastoreo se dedica a reconocer y valorar el área de pastoreo con acciones de prueba (visual, olfativo, lengüeteo) como ya se demostró en este experimento, superando estas acciones de prueba la cabra comienza con un comportamiento de ingesta (consumo) y la última o tercera hora de pastoreo se ven disminuidos por la actividad de rumia de las cabras (Fig. 9).

Cuadro 14. Resultado de comparación de Medias de los bloques de eventos de ramoneo.

BLOQUE/HORA	MEDIA
2da	213.00 a
3ra	112.35 b
1ra	109.74 c

Valores con letras distintas tienen diferencia significativa, según prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).
Tukey = 1.52



Figura 9 Actividad de rumia de las cabras durante el pastoreo

4.6 Eventos de descortezamiento.

Dentro de los eventos de descortezamiento se obtuvo diferencias altamente significativas tanto con relación al tratamiento y al tiempo u hora de pastoreo (Cuadro 15). Estas diferencias nos indican que la aplicación de biorrepelentes tienen un efecto detractor sobre el comportamiento de descortezamiento que realiza la cabra en los arboles, esto se puede ver claramente en el cuadro 16 donde el tratamiento testigo mostro altos valores de eventos descortezadores siendo diferente estadísticamente a los demás tratamientos.

Cuadro 15 Análisis de Varianza de los eventos de descortezamiento.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft^{0.5}	Ft^{0.1}
Bloques	2	20.81	10.40	7.07	3.74*	6.51**
Biorrepelentes	7	103.793	14.82	10.08	2.76*	4.28**
Error	14	20.679	1.47			
Total	23	145.282				

C.V.= 103.33

NS=No Significativo, *Significativo, **Altamente Significativo, FV= Fuente de Variación, GL: Grados de Libertad, SC: Suma de Cuadrados, CM: Cuadrado Medio, Fc: F Calculada, Ft: F de Tablas, C.V.: Coeficiente de Variación.

Cuadro 16 Resultado de comparación de medias de los eventos de descortezamiento.

TRATAMIENTO	MEDIA
Testigo	6.863a
Solución de Excretas Porcinas	1.893ab
Solución de Excretas Ovinas	1.516 b
Solución de Ajo	0.620 b
Solución de Excretas Equinas	0.506 b
Solución de Excretas Bovinas	0.453 b
Solución de Excretas Caprinas	0.310 b
Solución de Excretas de Conejo	0.296 b

Valores con letras distintas tienen diferencia significativa, según prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).
Tukey = 3.49

Asimismo con relación al tiempo u hora de pastoreo también existe una diferencia altamente significativa donde se van incrementando progresivamente con el tiempo de pastoreo (Cuadro 17), probablemente se debe al efecto de volatilización del biorrepelente y a que la cabra prefiere descortezar que ramonear los árboles esto probablemente es ocasionado por que según (Lu y Coleman 1984) la cabra prefiere comer a la altura de sus ojos dado que es una postura común como mecanismo importante de defensa y comodidad (Fig. 10) aunado a que en este experimento se observó que los árboles ya descortezados por las cabras desprendían un representativo aroma a resina siendo este de mayor predilección para el gusto de las cabras originando un ascendente número de eventos descortezadores.

Cuadro 17. Resultado de comparación de Medias de los bloques en los eventos de descortezamiento

BLOQUE/HORA	MEDIA
3ra	59.45 a
2da	17.87 b
1ra	1.60 c

Valores con letras distintas tienen diferencia significativa, según prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).
Tukey = 1.58

Los datos coinciden con lo reportado por Pérez L. en su investigación sobre comportamiento alimentario y actividades de cabras en pastoreo sobre campo natural donde los caprinos incluyen mayores cantidades de árboles y arbustos en sus dietas comparadas con herbáceas y gramíneas que son consumidas.

Por otro lado si mencionamos del porcentaje de arboles descortezados el tratamiento que sobresale es la solución a base de excretas caprinas, lo cual se puede atribuir a que como menciona Leaver 1985 y Pezo *et al.* 1992 los animales tenderán a evitar áreas de reciente micción y defecación y especialmente las de su propia especie. Por otro lado el tratamiento de soluciones de excretas de bovinos también muestran un porcentaje bajo de árboles descortezados, sin embargo se toma este resultado con reservas ya que este no muestra diferencias significativas en los eventos evaluados por lo cual se recomienda hacer mayores ensayos al respecto con el tratamiento de excretas bovinas (Cuadro 18).

Cuadro 18. Porcentaje de Arboles Descortezados

TRATAMIENTO	%
Testigo	65
Solución de Excretas Porcinas	75
Solución de Excretas Caprinas	20
Solución de Excretas Bovinas	20
Solución de Excretas Ovinas	30
Solución de Excretas Equinas	30
Solución de Excretas de Conejo	30
Solución de Ajo (<i>Allium sativum L.</i>)	30



Figura 10 Descortezamiento arbóreo provocado por la cabra

Además de que Pérez 1998 menciona que las plantas son preferidas por el sabor y olor de las partes de esta, que reúnan los requisitos de los receptores, de la cabra transmitiéndose el estímulo al cerebro, lo cual provoca que el animal responda fisiológicamente con un cambio de comportamiento alimenticio dependiendo del contenido en los mensajes, como se observó en esta investigación con la solución de excretas caprinas la reducción del consumo de los pino y Forbes 1995 menciona que el forraje seleccionado por los rumiantes pueden estar influenciado, por el sabor, olor, textura especie en particular o partes de la planta.

Estos datos demuestran que la cabra tiene una conducta innata de descortezamiento de árboles sin embargo, esta conducta puede verse modificada o disminuida utilizando técnicas que favorezcan una adecuada interacción entre el componente animal y las leñosas en los sistemas agroforestales, logrando así cuestionar la creencia popular de que la cabra es un animal que causa problemas de deforestación, siendo el manejo inadecuado que le ha dado el hombre a la cabra en el pastoreo el que ha provocado este problema de deforestación y sobre pastoreo.

Asimismo, hay que tomar en cuenta las diversas ventajas que tiene la cabra, ya sea desde su gran adaptación a diferentes climas y que puede utilizar un amplio rango de forrajes de pobre calidad, eficiencia energética en la producción de leche, entre otras, pudiendo ser una alternativa viable para las regiones rurales de nuestro país, combinándolas con un componente arbóreo como lo es en este caso el *Pinus greggii*, lo que brinda diversidad en el uso del suelo tradicionalmente agrícola, utilizando alternativas como la aquí expuesta, es decir, la integración y combinación de árboles en los terrenos de cultivo en arreglos agroforestales como pastoreo en callejones (Alley farming), árboles dispersos en el potrero, cercas vivas, barreras rompe vientos.

V. CONCLUSIONES

1. Existió una diferencia ($p < 0.05$) en los eventos de ramoneo y descortezamiento lo cual nos indica que la especie caprina muestra un comportamiento innato de ramoneo y descortezamiento en el pastoreo, descartando la creencia de que la cabra descortezaba o ramonea a los árboles por no tener alimento en el estrato herbáceo.
2. La impregnación de la corteza de los árboles susceptibles a descortezamiento, con soluciones a base de excretas animales o ajo (*Allium sativum* L.) reduce la presión de descortezamiento ($p < 0.05$) de los mismos por parte de las cabras.
3. Los tratamientos a base de excretas caprinas y de conejo tuvieron un sobresaliente efecto detractor de descortezamiento ($p < 0.05$) disminuyendo la media de números de eventos descortezadores a 0.310 y 0.296 respectivamente a contra el tratamiento testigo que obtuvo una media de 6.863.
4. La mayoría de los tratamientos mostraron una reducción en el efecto detractor, directamente proporcional al tiempo de aplicación, atribuible a la pérdida del aroma conforme avanza el tiempo ($p < 0.05$); donde probablemente el tratamiento con excretas de conejo, tuvo menor volatilización o pérdida del aroma ya que este tratamiento obtuvo una media de 2.99 eventos olfativos.
5. El uso de biorrepelentes de excretas caprinas, es una alternativa viable para proteger a los árboles del descortezamiento provocado por las cabras.

VI. RECOMENDACIONES.

1. La utilización de una mezcla de excretas de cabra con excretas de conejo para mejorar la adherencia o fijación del olor y que este permanezca durante mayor tiempo. Además de realizar nuevas investigaciones con soluciones o ingredientes que sirvan como adherentes sin embargo hay que tomar en cuenta que estos deben de cumplir con la característica que sean repulsivos a la cabra de lo contrario el efecto detractor se vera disminuido.
2. Realizar aplicaciones continuas de los biorrepelentes para crear en la cabra una conducta de rechazo hacia los árboles.
3. Para que un sistema agroforestal funcione se debe poner mucha atención al implementarlo. Es fundamental conocer los componentes que lo forman (árbol o arbusto, pastura o cultivo y animal) y las interacciones entre ellos, ya que de estos dependerá el éxito del sistema.
4. Implementar adecuado programas de manejo que asuman como eje principal el método de pastoreo para hacer del agostadero un recurso sostenible. Entre los aspectos mas importantes a considerar están el periodo de pastoreo y el periodo de recuperación del potrero. Además de entender que el sobre pastoreo no es producto del pastoreo de muchos animales y que el ganado no devasta las áreas de pastoreo, quien lo hace es el hombre a través del desconocimiento, e indiferencia que promueve el uso inadecuado de los recursos naturales.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Alexander, G., Lynch, J.J., Mottersheada, B.E. y Dondly, J.B. (1980). Reduction in lamb mortality by means of grass windbreaks: Results al a five years study. Proceedings of the Australian Society af Animal Production 113:329-332.
- ✓ Allison CD. Factors affecting forage intake by range ruminants. A reviw. J. Range Mangement, 1985. 38:305-311.
- ✓ Animut, G., A. L. Goetsch, G. E. Aiken, R. Puchala, G Detweiler, C. R. Krehbiel, R. C. Merkel, T. Sahlu, L. J. Dawson, Z. B. Johnson and T. A. Gipson. 2005. Grazing behavior and energy expenditure by sheep and goats co-grazing grass/forbs pastures at three stocking rates. Small Rumin. Res. 59: 191-201.
- ✓ Arnold, G. W.; Dudzinski, M. L. Ethology of free-ranging domestic animals. Elsevier scientific 1978. Pp 1 – 125.
- ✓ Barragan, G. J. 1996. Composición botánica y crecimiento de un pastizal tropical bajo pastoreo de alta densidad y corta duración. Tesis de Licenciatura. Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional Autónoma de México, Cuatitlan Izcalli, México.
- ✓ Boyazoglu, J., Hatziminaoglou, I., Morand-Fehr, P., 2005. The role of goat in society: Past, present and perspectives for the future. Small Rumin. Res. 60, 13-23.
- ✓ Bronstein. G.E. 1984. Producción comparada de una pastura de *Cynadan lemfuensis* asociada con árboles de *Erythrina poeppigiana* y sin árboles. Tesis de Maestría. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- ✓ Brown, J.R. (1994) State and transition models for rangelands. 2. Ecology as a basis for rangeland management: performarce criteria for testing models. Tropical Grasslands 28: 206-213.
- ✓ Blanco, M.S. E. y R.R. Fierros. 1995. Formas de pastoreo. Traducción de la nota informativa de Allan Savory: Garzing Methods, Holistic Management Center, Albuquerque, N. México, E.U.A.
- ✓ Cantu, B.J. 1991. Manejo de Pastizales. 2ª Ed. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Producción Animal. México. 189P.
- ✓ Cañas , R., y Aguilar, C. 1992. Uso de la bioenergética en producción de bovinos. En M.E. Ruiz (ed). Simulacion de sistemas pecuarios. San Jose, Costa Rica. IICA-RISPAL. Pp. 7-100.
- ✓ Chee, Y.K., y Faiz, A. (1991) Sheeo grazing reduces chemical weed control in rubber. En Shelton, H.M. y W.W. Stur (eds). Forages for plantation crops. ACIAR Proceedings Nº 32 Pp.120-123.

- ✓ Challenger, A. 1998. Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Ed. Redacta. México, D.F.
- ✓ CEIEPASP. 2007 Informe de actividades 2007 y programa de trabajo 2008. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agrosilvopastoril (CEIEPASP), FMVZ-UNAM. Chapa de Mota, Edo. De México.
- ✓ Conway, G. 1997. The doubly green revolution: Food for all in the 21 century. Penguin Books. London, England.
- ✓ Conway, G.R., U. Lele, J. Peacock and M. Piñeiro. 1994. Sustainable Agriculture for a food Secure World. Consultative Group on International Agricultural Research, Washington D.C., and Swedish Agency for Research Cooperation with Developing Countries, Stockholm, Sweden.
- ✓ Cook, B.G., Garthe, R.J., y Grimes, R.F. (1984) Tropical pasture in eucalypt forest near Gympie. Queensland Agricultural Journal 110: 45-46.
- ✓ COTECOCA 2002 Evaluación de condición de pastizales en México. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero, SAGARPA, con base en: años 1972-1986, México.
- ✓ COTECOCA. 1998. Evaluación de la condición actual de los agostaderos del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agrosilvopastoril (CEIEPASP), ubicado en el municipio de Chapa de Mota, Estado de México. COTECOCA-SAGARPA. México. 46p.
- ✓ Cvabodni M. de la L. G. 2003. Principios de comportamiento individual de los caprinos: Comportamiento Ingestivo. www.capraispana.com.es.
- ✓ Danga, A. K., and K Singh. 1996. Behavioral changes in goats following dehydration. Proceedings of The VI International Conference on Goats. Beijing, China. p 426.
- ✓ Djimde, M., Torres, F., y Migongo-Bake, W. 1989 Climate, animal and agroforestry. En Reifsnyder, W.S. y T.O Darnhofer (ed.). Meteorology and agroforestry. Nairobi, Kenya. ICRAF. Pp. 463-470.
- ✓ Diario Oficial de la Federación del 2 de mayo del 2000. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural
- ✓ Ducoing, A. 2001. Manual para la Elaboración de Desarrollo de Rebaños. 3ª. ed. FMVZ, UNAM.
- ✓ El Aich, A., Waterhouse, A., 1999. Small ruminants in environmental conservation. Small Rumin. Res. 34, 271-287.
- ✓ Enciclopedia de los Municipios de México. *Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de México 2005.*
- ✓ FIRA. 1996. Administración Holística de los Recursos. Parte II. Boletín N. 282. FIRA-Banco de México, Morelia, Mich. Mexico.

- ✓ Forbes, J. M. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. UK.: CAB Internacional, 1995.
- ✓ Galeana, H. 1992. Caprinotecnia. FES Cuautitlan UNAM. Mexico.
- ✓ Heady, H.F. AND d. Child. 1994. Rangeland Ecology and Management. Boulder, Colorado: Westview Press, 519 p.
- ✓ Huss, D. 1993. El papel del Ganado domestico en el control de la desertificación. PNUMA-FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.
- ✓ Hart. 1974. The Design and Evaluation of a Bean, Corn, and Manioc Polyculture Cropping System for the Humid Tropics. Ph.D. Dissertation, University of Florida, Gainesville, Florida, USA.
- ✓ Helguero, P.S. 2005. Pastoreo caprino en el monte formoseño. Revista electrónica de Veterinaria REDVET, Vol VI, nº 11, Noviembre/2005, Veterinaria.org. Argentina. www.veterinaria.org/redvet/n111105.html Fecha de consulta: 23/05/09
- ✓ Holamann, F., Estrada, R.D., Romero, F., y Villegas, L. 1995 Technology adoption and competitiveness in small milk producing farms in Costa Rica: a case study. En M.E. Ruiz, C. Sere y H. Li Pun (eds) Animal production systems global workshop. Proceedings, San Jose, Costa Rica. IICA-RISPAL. Pp.141-168.
- ✓ Holechek, J., Pieper, R. y Herbel, 1989 C. Range Managemen, Principles and practices, Edit. Prentice-Hall Inc. New Jersey, U.S.A.
- ✓ Humphryes, L.R. 1991 Tropical pasture utilization. Cambridge, U.K. Cambridge University Press
- ✓ ICRAF.1996. International Center for Research in Agroforestry: Annual Report 1996. ICRAF, Nairobi, Kenya.
- ✓ INIFAP 2003. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Centro, Campo Experimental del Valle de México. Monografía de *Pinus greggii*.
- ✓ Ivory, D.A. 1990. Major characteristics, agronomic features, and nutritional value of shrubs and tee fodders. In: Devendra, C. (ed.) Shrub and Tree Fodders for Farm Animals: Proceedings of a workshop in Denpasar, Indonesia, July 1989. IDRC, Ottawa, Canada.
- ✓ Kenney, P.A.; Black, J.L. Factors affecting diet selection by sheep. I Potential intake rate and acceptability of feed. Australian Journal Agricultural Research, 1984a. 35:551 – 563.
- ✓ King, K.F.S. 1979. Agroforestry and the Utilization of Fragile Ecosystems. Forest Ecology and Management 2:162.

- ✓ Knights, M., Garcia, G.W., 1997. The status and characteristics of the goat (*Capra hircus*) and its potential role as a significant milk producer in the tropics: A review. *Small Rumin. Res.* 26, 203-215.
- ✓ Krishnamurthy L. 1998 Editorial. *Red de Gestión de Recursos Naturales. Segundo época, Nº 11: 3-4.*
- ✓ Krishnamurthy L., Ávila M. 1999. *Agroforestería Básica. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México.*
- ✓ Lebbie, S.H.B., 2004. Goats under household conditions. *Small Rumin. Res.* 51, 131-136.
- ✓ Leef, E. 1986. *Ecología y Capital: Racionalidad Ambiental, Democracia Participativa, y Desarrollo Sustentable. Universidad Nacional Autónoma de México-Siglo veintiuno editores. México.*
- ✓ Leef, E. 1998. *Saber Ambiental. Siglo veintiuno editores. México.*
- ✓ Lundgre, B.O. and Raintree, J.B. 1983. Sustained agroforestry. In: Nestel, B. (ed). *Agricultural Research for Development: Potentials and challenges in Asia. The Hague, The Netherlands.*
- ✓ Mellado, M., L. Olivares, W. Pittroff, H. Díaz, R. López, and J. A. Villarreal. 2007. Oral morphology and dietary choices of goats in rangelands. *Small Rumin. Res.* 71: 194-199.
- ✓ Morand-Fehr, P., Boyazoglu, J., 1999. Present and future outlook of the small ruminant sector. *Small Rumin. Res.* 34, 175-188.
- ✓ Moreno, C. y Pérez P. 1996. *El pastoreo en la producción de ganado bovino. Universidad Autónoma de Chiapas. México.*
- ✓ Nair, P.K.R. 1985. Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 3: 97-128.
- ✓ Nair, P.K.R. 1997. *Agroforestería. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible-UACH. Chapingo, México.*
- ✓ Pérez, L. Comportamiento alimentario y actividades de cabras en pastoreo sobre campo natural. Uruguay: INIA, 1998. (URL: www.capraispana.com/destacados/comportamiento.htm) Enero 2008
- ✓ Payne, W.J.A. 1985 A review of possibilities for integrating cattle and tree crop production systems in the tropics. *Forest Ecology and Management* 12:1-36.
- ✓ Pearson, C.J., y Ison, R.L. 1987. *Agronomy of grassland systems. Cambridge, U.K. Cambridge University Press.*
- ✓ Pezo, D., Ibrahim, M. 1999. *Sistemas Silvopastoriles. 2Ed. CATIE Proyecto agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica.*
- ✓ Pezo, D., y Ibrahim, M. (1996) *Sistemas Silvopastoriles: una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. En 1er. Foro Internacional sobre "Pastoreo Intensivo en*

Zonas Tropicales". Veracruz, México, 7-9 noviembre 1996. Morelia, México. FIRA – Banco de México. 39 p.

- ✓ Pianka, E.R. 1988. *Evolutionary Ecology*, 4th ed. Harper and Row, New York, USA.
- ✓ Reynolds, S. G. (1995) *Pasture – cattle – coconut systems*. Bangkok, Thailand. FAO, Regional Office for Asia and the Pacific.
- ✓ Ronny, F. I. C. 2008. *Comportamiento Animal: Conducta y Etología Caprina*. Blogger. www.blogger.com. Fecha de Consulta 20/06/09
- ✓ Sanchez, P.A. 1995. *Science in agroforestry*. *Agroforestry Systems*.
- ✓ SEMARNAT – CONAFORT 2005 . *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2005, el Compendio de Estadísticas Ambiental*. México.
- ✓ Shelton, H.M. (1993) Chairpersons summary paper. Session 56: Silvopastoral systems. En *Proceedings 17th International Grassland Congress*. February 8-23, 1993. Palmerston North (New Zealand), Rockhampton (Australia). New Zealand Grassland Association; Tropical Grasslands Society of Australia. Pp. 2072-2074.
- ✓ Somarriba, E. 1992. Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. *Agroforestry systems* 19:233-240.
- ✓ Stur, W.W., y Shelton, H. M. (1991) Review of forage resources in plantation crops of Southeast Asia and the Pacific. En Shelton, H.M. y W.W. Stur (eds). *Forages for plantation crops*. ACIAR Proceedings Nº 32 Pp. 25-31.
- ✓ Savory, A. 2005. *Manejo Holístico*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- ✓ Torres, F. (1987) Role of woody perennials in animal agroforestry. En Zulberti, E. (ed.). *Professional education in agroforestry*. Nairobi, Kenya. ICRAF. Pp.266-316.
- ✓ Torres, F. 1985. El papel de las leñosas en los Sistemas Agrosilvopastoriles. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- ✓ Torres R.J. 1999. Agroecosistemas de arboles- pastos- ganado algunas ventajas y desventajas. I Reunión Anual sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. Huatusco, Veracruz. México.
- ✓ Trenbath, B.R. 1976. Plant interactions in mixed crop communities. In: *Multiple Cropping*, pp. 129-169. ASA Special Publication No. 27. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- ✓ Weston, R.H. (1982) Animal factors affecting intake. En Hacker, J.B. (ed). *Nutritional limits to animal production from pastures*, Farmham Royal, UK, CAB. Pp. 183-198.
- ✓ Whiteman, P.C. 1980 *Tropical Pasture Science*. Oxford, U.K. Oxford Univ. Press.

- ✓ Wiersum, K.F. 1982 Tree gardening and taungya in Java: examples of agroforestry techniques in the humid tropics. *Agroforestry Systems* 1: 53-70.
- ✓ Wilson, J.R., y Ludlow, M.M. (1991) The environment and potential growth of herbage under plantations. En Shelton, H.M. y W.W. Stur (eds). *Forages for plantation crops*. ACIAR Proceedings Nº 32. Camberra, Australia. ACIAR. Pp. 10-24.
- ✓ Young, A. 1997. *Agroforestry for Soil Management*. CAB International-ICRAF, Wallingford, UK.
- ✓ SAGARPA 2000 Diario Oficial de la Federación
- ✓ Savory, A. 1996. Como iniciarse en el holismo. Administración holística de los recursos. Curso de actualización. En: Quarterly. Edición especial. Albuquerque, NM. USA.
- ✓ Vivien, G.a. 1991. Terminology for grazing lands and grazing animals. http://www.forages.css.orst.edu/Topics/Pastures/Grazing/Terminology/grazterm_bidy.html
Fecha de consulta: 23/06/09
- ✓ Kenneth, V. Vertebrados. 2001. Anatomía Comparada función y evolución. Washinton State Uviversity. Mc Graw- Hill-Interamericana. Spain.
- ✓ www.capraispana.com Fecha de Consulta: 15/02/09

VIII. ANEXOS

ANEXO 1

Evaluación del pastizal		
N. de Muestra	Kg/MV/.25m²	Kg/ MS/.25m²
1	0.099	0.078
2	0.092	0.080
3	0.126	0.086
4	0.056	0.052
5	0.068	0.064
6	0.008	0.008
7	0.028	0.028
8	0.045	0.044
9	0.024	0.024
10	0.057	0.053
11	0.101	0.097
12	0.023	0.023
13	0.021	0.021
14	0.023	0.023
15	0.022	0.021
TOTAL	0.793	0.702
PROMEDIO	0.052	0.046

Forraje Ofrecido = 1900kg/MS/Ha

Kg= Kilogramo. MS= Materia Seca. MV= Materia Verde.

Anexo 2 Equivalencias de ganado mayor y menor
(tomado del Diario Oficial de la Federación del 2 de mayo del 2000)

GANADO	UNIDAD ANIMAL
Bovino	
Una vaca de 400 a 450 Kg. de peso	1.00
Una vaca adulta con su cría (menor de 7 meses)	1.00
Un toro adulto	1.25
Una cría de bovino destetada (8 a 12 meses)	0.60
Un bovino añojo (de más de 12 meses y menos de 17)	0.70
Un bovino añojo (de 17 a 22 meses)	0.75
Un bovino de 2 años	0.90
Ovino y Caprino	
Una oveja con su cría	0.20
Un cordero o cabrito del destete hasta los 12 meses	0.12
Un cordero o tripón destetado de más de 12 meses	0.14
Una cabra con cabrito	0.17
Sementales ovinos y caprinos	0.26
Equidos	
Un caballo (mayor de 3 años)	1.25
Un caballo (de 2 a 3 años)	1.00
Un caballo (menor de 2 años)	0.75
Una yegua con cría	1.25
Burro o mula	1.00
Fauna	
Un venado cola blanca	0.14
Un venado bura	0.25

Anexo 3 Coeficiente de agostaderos por entidad federativa (Hectárea/Unidad animal)

Entidad federativa	Mínimo	Máximo	Ponderado
Aguascalientes	7.05	27.86	11.56
Baja California	15.00	45.00	33.92
Baja California Sur	28.00	80.00	52.17
Campeche	1.49	16.40	3.60
Chiapas	0.80	18.90	1.80
Chihuahua	8.00	60.00	20.07
Coahuila	9.90	77.10	26.02
Colima	1.50	12.45	3.77
Distrito Federal	5.05	19.68	11.35
Durango	4.50	41.44	15.70
Guanajuato	6.67	28.14	10.20
Guerrero	1.50	14.50	6.15
Hidalgo	0.80	38.55	6.41
Jalisco	1.92	25.64	8.50
México	5.05	23.42	9.33
Michoacán	1.50	24.46	7.00
Morelos	6.70	19.68	10.85
Nayarit	2.07	26.60	6.35
Nuevo León	4.30	49.20	22.57
Oaxaca	0.80	33.40	4.12
Puebla	0.90	33.40	7.82
Querétaro	3.25	38.72	13.49
Quintana Roo	1.44	16.40	3.72
San Luis Potosí	2.00	61.56	9.80
Sinaloa	1.87	29.10	9.07
Sonora	13.00	46.00	22.36
Tabasco	0.80	16.40	1.94
Tamaulipas	2.13	30.15	11.35
Tlaxcala	4.96	24.43	10.10
Veracruz	0.80	26.34	1.81
Yucatán	1.98	16.40	4.37
Zacatecas	4.92	58.84	14.49

Los coeficientes de agostadero son permanentes. Se calculan para condiciones naturales, es decir, sin considerar el disturbio provocado por mal uso o mejoras de las condiciones de los sitios evaluados. Tienen carácter legal y son vigentes para determinar el tamaño de la pequeña propiedad ganadera. Sin embargo, para fines de manejo actual, los valores que aquí se reportan deberán ajustarse a las condiciones actuales de vegetación, clima, suelo y especie animal que utiliza los recursos de los sitios que se considere, entre otros factores. Nota: La información de este cuadro fue revisada recientemente por Cotecoca (2002), determinando que no era necesaria su modificación.

Fuente: Elaborado por la Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (Cotecoca), Sagarpa, con base en: años 1972-1986, México.

Anexo 5 Comportamiento caprino en el tratamiento de solución de excretas de bovino durante el periodo de pastoreo CEIEPASP 2008.

Evento/Minutos	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	TOTAL	%
VISUAL	14	15	13	25	33	23	25	36	36	43	36	21	30	25	28	15	25	15	458	100
OLFATIVO	5	13	11	9	18	7	8	18	13	9	6	8	3	1	6	4	1	0	140	30.5
LENGUETEO	0	0	3	1	8	3	4	9	3	0	0	3	2	0	0	0	0	0	36	7.80
BIPEDESTACION	10	9	9	14	17	7	13	11	15	14	9	10	7	7	10	2	7	4	175	38.2
RAMONEO	0	3	4	12	20	18	17	30	31	39	27	11	26	18	16	9	16	9	306	66.8
DESCORTEZAMIENTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	4	7	6	4	9	6	41	8.9

Anexo 6 Comportamiento caprino en el tratamiento de solución de excretas de ovino durante el periodo de pastoreo CEIEPASP 2008.

Evento/Minutos	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	TOTAL	%
VISUAL	7	23	26	22	29	51	46	43	28	42	22	27	32	18	15	6	15	18	470	100
OLFATIVO	3	10	6	7	5	5	6	3	2	1	2	3	5	2	0	1	1	0	62	13.1
LENGUETEO	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0.8
BIPEDESTACION	5	13	1	4	3	3	2	8	10	3	4	4	9	2	0	0	2	1	74	15.7
RAMONEO	1	12	17	9	19	35	33	32	22	22	16	13	12	11	2	1	5	9	271	57.6
DESCORTEZAMIENTO	3	0	0	3	4	6	8	8	6	18	5	14	19	7	13	4	10	9	137	29.1

Anexo 7 Comportamiento caprino en el tratamiento de solución de excretas de caprino durante el periodo de pastoreo CEIEPASP 2008.

Evento/Minutos	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	TOTAL	%
VISUAL	23	24	24	14	17	38	30	25	38	31	32	34	24	43	39	18	22	21	497	100
OLFATIVO	17	20	11	8	7	20	19	14	22	12	12	13	10	12	11	2	4	4	218	43.8
LENGUETEO	0	4	3	2	0	4	2	5	6	3	0	2	1	0	1	1	1	0	35	7.0
BIPEDESTACION	14	10	10	5	3	7	14	12	18	11	9	13	12	16	17	3	4	4	182	36.6
RAMONEO	6	9	14	6	13	30	21	18	26	26	22	27	18	35	27	14	15	14	341	14.5
DESCORTEZAMIENTO	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	4	5	3	5	5	28	5.6

Anexo 8 Comportamiento caprino en el tratamiento de solución de excretas de conejo durante el periodo de pastoreo CEIEPASP 2008.

Evento/Minutos	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	TOTAL	%
VISUAL	31	20	31	23	26	26	31	42	38	38	29	23	16	33	17	11	22	10	467	100
OLFATIVO	30	16	21	16	15	16	11	25	20	13	18	10	11	18	11	9	5	5	270	57.0
LENGUETEO	5	6	4	5	2	3	8	6	7	5	7	2	1	1	3	0	0	0	65	13.0
BIPEDESTACION	12	14	17	15	18	14	24	30	26	24	23	14	11	25	9	9	10	5	300	64.0
RAMONEO	7	16	21	16	21	18	31	37	34	31	24	14	13	24	10	9	10	5	341	73.0
DESCORTEZAMIENTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6	0	3	1	1	10	4	27	5.8

Anexo 9 Comportamiento caprino en el tratamiento de solución testigo durante el periodo de pastoreo CEIEPASP 2008.

Evento/Minutos	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	TOTAL	%
VISUAL	33	45	55	48	40	48	47	37	42	43	66	43	48	50	52	50	51	55	853	100
OLFATIVO	21	24	25	18	14	13	12	10	10	9	5	1	1	1	1	1	1	0	167	19.5
LENGUETEO	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.8
BIPEDESTACION	23	31	30	30	27	29	27	21	13	13	7	9	10	11	10	12	12	15	330	38.6
RAMONEO	32	42	47	47	35	47	42	35	40	36	35	31	31	32	30	32	30	32	656	76.9
DESCORTEZAMIENTO	1	2	8	8	29	37	31	27	36	40	65	41	44	48	49	50	50	52	618	72.4

Anexo 10 Comportamiento caprino en el tratamiento de solución de ajo (*Allium sativum* L.) durante el periodo de pastoreo CEIEPASP 2008.

Evento/Minutos	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	TOTAL	%
VISUAL	10	22	24	16	12	31	33	23	27	37	24	31	20	18	26	31	29	31	445	100
OLFATIVO	7	7	12	9	4	7	10	5	8	18	9	8	1	4	2	4	2	1	118	26.5
LENGUETEO	2	0	3	1	0	1	0	2	6	3	2	2	0	1	1	1	0	1	26	5.8
BIPEDESTACION	4	1	11	8	3	13	12	9	18	6	8	12	9	12	8	8	9	9	160	35.9
RAMONEO	4	16	16	15	11	29	24	21	25	21	20	23	16	13	25	21	22	23	345	77.5
DESCORTEZAMIENTO	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	3	4	4	6	6	8	8	10	56	12.58

Anexo 11 Comportamiento caprino en el tratamiento de solución de excretas de equino durante el periodo de pastoreo CEIEPASP 2008.

Evento/Minutos	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	TOTAL	%
VISUAL	10	12	18	28	25	20	17	24	34	23	30	16	35	42	28	30	26	40	458	100
OLFATIVO	8	10	17	22	12	12	14	16	13	13	20	4	16	28	9	7	12	10	243	53.0
LENGUETEO	6	3	7	6	0	0	1	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	27	5.80
BIPEDESTACION	3	3	5	9	5	3	5	9	11	7	17	8	15	12	4	11	4	5	136	29.60
RAMONEO	2	4	2	16	16	14	13	22	26	19	27	15	33	37	17	19	17	31	330	72
DESCORTEZAMIENTO	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	3	12	8	9	10	46	10

Anexo 12 Comportamiento caprino en el tratamiento de solución de excretas de porcino durante el periodo de pastoreo CEIEPASP 2008

Evento/Minutos	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	TOTAL	%
VISUAL	18	41	46	43	43	41	51	25	40	35	36	40	39	45	46	53	42	27	711	100
OLFATIVO	16	31	25	13	17	7	15	6	28	7	15	3	5	8	7	2	10	3	218	30.6
LENGUETEO	2	2	1	0	1	1	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	11	1.5
BIPEDESTACION	8	13	21	21	24	10	23	15	13	7	3	5	11	11	6	14	13	6	224	31.5
RAMONEO	6	24	33	38	36	31	44	19	24	30	20	25	27	23	11	22	20	8	441	62
DESCORTEZAMIENTO	0	0	0	0	0	5	3	0	2	4	8	15	10	19	36	30	20	19	171	24