

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

CATIE

PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN

ESCUELA DE POSGRADUADOS

Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas naturalizadas en función de épocas, manejo y condición de paisaje en Muy Muy, Nicaragua

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Posgraduados, Programa para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza como requisito parcial para el grado de:

Magister Scientiae

Por:

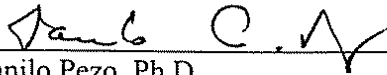
Raúl Adolfo Velásquez Vélez

Turrialba, Costa Rica.
2005

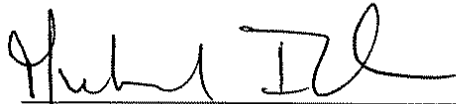
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

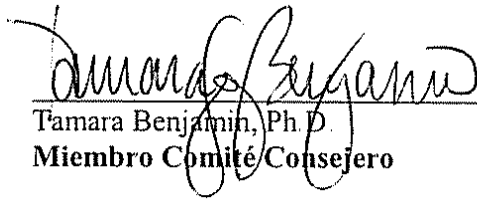
FIRMANTES:



Danilo Pezo, Ph.D.
Consejero Principal



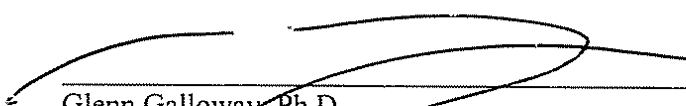
Muhammad Ibrahim, Ph.D.
Miembro Comité Consejero




Tamara Benjamin, Ph.D.
Miembro Comité Consejero

Cristina Skarpe, Ph.D.
Miembro Comité Consejero

Jairo Mora, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Glenn Galloway, Ph.D.
**Director Programa de Educación y
Decano de la Escuela de Posgrado**



Raúl Adolfo Velásquez Vélez
Candidato

DEDICATORIA

A mi Negrita, la mujer que Amo todo el tiempo. Por el amor, sobretodo por eso que es lo mas importante, siempre y no importa el resto.

A Mateo, que lo amo con toda el Alma y es el mejor hijo que un padre pueda tener, gracias por estar conmigo, siempre.

A Doña Margarita, a Marcelo, a María Isabel, a Clara Inés y muy especialmente a Don Marcelo, quien hubiera disfrutado este estudio mas que yo, gracias por ser el forjador de mi gusto por la finca.

AGRADECIMIENTOS

Al **Gobierno del Reino de Noruega**, quien a través de NORAD, quien financia el proyecto "PACA: Improving forage value of degraded pastures in Central America: local knowledge, grazing responses, and species and landscape diversity", y fue la fuente de beca para realizar el estudio.

A **Muhammad Ibrahim**, quien me brindó su amistad, confianza y colaboración en los dos años de maestría y fue uno con quien compartí gratos momentos de aprendizaje, deporte y diversión. Gracias de todo corazón, cuentas con un amigo más en Colombia.

A **Danilo Pezo**, por su amistad, comprensión y apoyo como persona. Gracias por guiarme en el desarrollo del presente estudio.

A **Christina Skarpe**, por su amistad, paciencia y valiosas enseñanzas para el desarrollo de este estudio y una placentera estadía en Trondheim.

A **Jairo Mora**, por su amistad, enseñanzas y colaboración durante los dos años de maestría.

A **Tamara Benjamín**, por su colaboración y tiempo dedicado.

A **Graciela Rush**, por su amistad y colaboración en campo, análisis estadístico y una placentera estadía en Trondheim.

A **Mariel Aguilar S. y familia** por su calurosa acogida y por hacer muy agradable mi estadía en Ås y Oslo.

A **Fernando Casanoves** por su amistad en estos dos años y por el apoyo estadístico.

A **José Ramón** por su colaboración en cómputo.

Al personal de la **Escuela de Posgrado**, por su colaboración y paciencia.

A mi **Negra**, por acompañarme este tiempo y tener tanto amor, paciencia y tolerancia.

A **Doña Magdalena y Don Raul** por el ánimo y el apoyo.

Al personal de **NINA** por brindarnos los recursos necesarios para un adecuado trabajo en Trondheim.

A **Andrés Niewenhuyse** por su acompañamiento en el proceso de campo y sus críticas constructivas.

A **Amílcar Aguilar** por su amistad, supervisión y facilitación durante el desarrollo del estudio. A su esposa Yioconda y sus queridas hijas, me alegraron mucho.

A **Francisco Mendoza**, por su amistad y valiosa colaboración en la toma de datos en campo. A su Esposa también, por su amistad.

A **Carolina Mendoza** por el apoyo en la toma de datos de cobertura arbórea.

A **Hugo Brenes**, por su valiosa colaboración con el procesamiento de la base de datos.

A mis amigos **Juan Aráuz**, su esposa **Blanquita** y su querida hija **Nauj**, alegraron muchísimo mi estadía en Nicaragua, me hicieron sentir en casa, los quiero mucho. Gracias de todo corazón y espero verlos pronto.

A **Jimena** y **Sonia** por su amistad y los momentos compartidos durante el año de tesis. Muchas gracias.

A **Ninoska, Nidia, Freddy, Pancho Lanzas, Lesvia Rita, Donald, Julio, el famoso “Alsombra”** y a los demás amigos de Muy Muy, quienes colaboraron para que el trabajo de campo fuera muy muy placentero.

A **Don Chico** y **Doña Sonia**, por su valiosa amistad y colaboración.

A los **Ganaderos de Muy Muy**, por su colaboración, paciencia y tolerancia, e hicieron de este trabajo algo inolvidable.

A **Mauricio Alas** y su familia, por su valiosa amistad.

A **Marylise** y su familia, a **Andersen** y su familia, quienes me mostraron lo cálidos que pueden ser los noruegos.

A **Doña Alba, Don Jorge, Naty, Ivannia, Jorgito y Cris**, por brindarme su amistad y cariño, me sentí como en casa, siempre los recordaré.

A mis amigos **Diego, Rafa, Jimenita, Toño, Nessi, los pololos, Mario Ch., César, Edilberto, Manuel Mollinedo, Pavel, a los pastusos** y en general a la **promoción 2003 – 2004**, con los cuales aprendí y me divertí muchísimo.

BIOGRAFÍA DEL AUTOR

El autor nació en Medellín, Colombia, en el año 1975. Realizó sus estudios primarios en la escuela pública Diego Ma. Gómez Tamayo, Med. La secundaria la realizó en el Colegio Técnico Salesiano Pedro Justo Berrío, Med. Obtuvo el título de Bachiller Técnico en Mecánica Industrial. Sus estudios los cursó en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, donde obtuvo el título de Zootecnista en marzo de 1999. Para entonces ya trabajaba en investigación sobre sistemas silvopastoriles dentro del grupo CONISILVO de la Universidad Nacional.

Entre los años 2000 y 2001 desempeñó actividades en el área de educación ambiental, capacitando en formulación y desarrollo de proyectos comunitarios y protección de fauna silvestre, en CORTOLIMA, Ibagué, Col. Entre los años 2001 y 2002 fue docente de cátedra de la Universidad del Tolima y CORUNIVERSITARIA, Ibagué, en las áreas de Zootecnia y Etología, respectivamente. Es socio fundador de Jaibaná Fundación (2000), ONG ambientalista donde fue secretario por tres años. En el año 2002 también fue colaborador en la formación de la Reserva Ecológica Santafé de los Guadales, Ibagué, donde, además, desempeñó el cargo de Coordinador del programa de Educación ambiental y Ecoturismo.

Luego, en el año 2003 ingresa a la maestría en Agroforestería tropical en CATIE, donde recibe una beca para realización de su tesis del proyecto PACA (Pasturas de Centroamérica) y finaliza satisfactoriamente con la obtención del título en diciembre de 2004. En el año 2003 tuvo la oportunidad de ser Auxiliar de Investigación apoyando el proyecto LEAD – CATIE, Turrialba, Costa Rica. En el año 2004 apoyó el proyecto CATIE - Pasturas (NORAD), Muy Muy, Nicaragua, en la digitalización de mapas de fincas de los productores de la zona.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
BIOGRAFÍA DEL AUTOR	VI
TABLA DE CONTENIDO	VII
RESUMEN	XII
SUMMARY	XIV
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. OBJETIVO GENERAL	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3. HIPÓTESIS	4
4. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 IMPACTO DEL PASTOREO SOBRE LAS ESPECIES VEGETALES HERBÁCEAS Y LEÑOSAS	5
4.2 SELECTIVIDAD ANIMAL	7
4.3 INTERACCIONES ENTRE LEÑOSAS Y PASTURA	10
4.3.1 <i>Ventajas de la interacción de leñosas con la pastura</i>	10
4.3.2 <i>Desventajas de la interacción de leñosas con la pastura</i>	10
5. MATERIALES Y MÉTODOS	13
5.1 LOCALIZACIÓN	13
5.2 CLIMA	13
5.3 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	13
5.3 VISITA DE RECONOCIMIENTO	14
5.4 SISTEMATIZACIÓN DE INFORMACIÓN	15
5.5 SITIOS DE MUESTREO Y TRATAMIENTOS	16
5.6 COLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO	18
5.6.1 <i>Definición de transectos y escalas espaciales</i>	18
5.6.2 <i>Muestreo de vegetación</i>	18
5.6.3 <i>Periodo de acostumbramiento</i>	19
5.6.4 <i>Consumo de forraje</i>	20
5.6.5 <i>Animales utilizados para el muestreo</i>	20
5.6.6 <i>Variables ambientales explicativas</i>	21

5.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	22
5.7.1 Modelo	22
5.7.2 Cálculo del índice de selectividad	22
5.7.3 Análisis multivariados	23
5.7.4 Análisis de Conglomerados	25
5.7.5 Análisis de varianza multivariado	25
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
6.1 COBERTURA Y COMPOSICIÓN ARBÓREA	26
6.2 VEGETACIÓN HERBÁCEA DISPONIBLE PARA LAS VACAS	27
6.3 SELECTIVIDAD A NIVEL DE SITIOS DE ALIMENTACIÓN.....	35
6.4 SELECTIVIDAD A NIVEL DE ESPECIES	39
6.4.1 Tratamiento Horro.....	39
6.4.2 Tratamiento Leche	43
6.4.3 Tratamiento Vega	46
6.5 ANÁLISIS DE SELECTIVIDAD EN LOS TRES TRATAMIENTOS.....	48
6.6 CONSUMO DE FORRAJE.....	51
7. CONCLUSIONES.....	55
8. RECOMENDACIONES.....	57
9. LITERATURA CITADA.....	58
ANEXOS	65
ANEXO 1. FORMATOS.....	67
A. Formato para vaciar los datos colectados de consumo con la grabadora.	67
B. Formato para la colección de datos de vegetación.....	68
A. Especies Neutras por las vacas en el Tratamiento Horro.....	69
B. Especies Rechazadas por las vacas en el Tratamiento Horro.....	70
ANEXO 3. TRATAMIENTO LECHE.....	72
A. Especies Neutras por las vacas en el Tratamiento Leche.	72
B. Especies Rechazadas por las vacas en el Tratamiento Leche.	73
ANEXO 4. TRATAMIENTO VEGA	75
A. Especies Neutras por las vacas en el Tratamiento Vega.....	75
B. Especies Rechazadas por las vacas en el Tratamiento Vega	76

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Información básica recolectada para la selección de fincas y potreros.	16
Cuadro 2 Descripción de los tratamientos para el presente estudio	16
Cuadro 3 Esquema de las técnicas de ordenación ofrecidas por CANOCO y su forma de incluir los datos ambientales (directo o indirecto) y la supuesta respuesta de las especies a los gradientes ambientales (lineal o unimodal)	24
Cuadro 4 Porcentaje (%) de cobertura arbórea para cada tratamiento y desviación estándar para la cobertura total.	26
Cuadro 5 Contribución relativa (%) de las especies más frecuentes en la composición arbórea (aporte mayor al 72%)	27
Cuadro 6 Listado de especies que contribuyen en más del 67% de la cobertura de los potreros en cada uno de los tratamientos y épocas.	28
Cuadro 7 Análisis parcial de correspondencia canónica (APCC) para las variables ambientales, obtenidas con una prueba de simulación Monte Carlo (499 permutaciones) para todos los tratamientos	30
Cuadro 8 Análisis parcial de correspondencia canónico (APCC) para las variables ambientales, obtenidas con una prueba de simulación Monte Carlo (499 permutaciones) para el tipo de paisaje Planicie ondulada.....	33
Cuadro 9 Análisis parcial de correspondencia canónica (APCC) para los Transectos Control y Vaca, obtenidas con una prueba de simulación Monte Carlo para cada uno de los tratamientos (499 permutaciones)	35
Cuadro 10 Especies más importantes presentes en cada tipo de transecto y en cada época de muestreo dentro de los potreros del tratamiento Horro y su respectiva cobertura (%)	38
Cuadro 11 Especies altamente preferidas ($IS > 2,5$) en el tratamiento Horro, su participación (%) en el transecto Vaca y en la Dieta (P= perenne, A= anual, L= leñosa, G= gramínea, H= herbácea, NI= no identificada, SNC= sin nombre común)	40
Cuadro 12 Especies medianamente preferidas en el tratamiento Horro, su participación (%) en el transecto Vaca y en la Dieta ^a	42
Cuadro 13 Tipos de plantas Neutras y Rechazadas en el tratamiento Horro.	42
Cuadro 14 Especies altamente preferidas ($IS > 2,5$) en el tratamiento Leche, su participación (%) en el transecto Vaca y en la Dieta. ^a	43

Cuadro 15	Especies menos seleccionadas en el tratamiento Leche, su participación (%) en el transecto Vaca y en la Dieta. ^a	44
Cuadro 16	Clasificación por tipo de plantas neutras y rechazadas en el tratamiento Leche , en función de época del año.	45
Cuadro 17	Especies altamente preferidas (IS > 2,5) por las Vacas lactantes en potreros de Vega, su participación (%) en el transecto Vaca y en la Dieta.....	46
Cuadro 18	Especies medianamente preferidas por las Vacas lactantes en potreros de Vega, su participación (%) en el transecto Vaca y en la Dieta, en función de la época del año.	47
Cuadro 19	Especies Neutras y Rechazadas en el tratamiento Vega, en función de la época del año.	48
Cuadro 20	Análisis de la varianza (Wilks) para consumo de forraje en épocas, tratamientos e interacción,	51
Cuadro 21	Porcentaje de Consumo (%) de forraje de diferentes tipos de planta en los tres tratamientos y en ambas épocas.	52

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ejemplo de la localización de los transectos de muestreo.	18
Figura 2 Representación de la cruz con la cual se tomaron los registros sobre los transectos..	19
Figura 3 Arreglo Biplot del AC para las especies que cubren más del 67% en cada tratamiento.....	29
Figura 4 Ordenación biplot del AC para los 24 potreros muestreados, que en total muestran 94 puntos en el grafico.....	31
Figura 5 Arreglo biplot del AC para los 16 potreros muestreados en planicies onduladas, que en total muestran 64 puntos en el grafico.	34
Figura 6 Arreglo biplot del AC para los 8 potreros muestreados en el tratamiento Horro, que en total muestran 32 puntos en el grafico.	36
Figura 7 Dendrograma de un análisis de conglomerados para ver semejanzas entre sitios de alimentación en los tres tratamientos (El número 1 representa época seca y el 2 la época húmeda)	37
Figura 8 Dendrograma de un análisis de conglomerados para agrupar tratamientos por IS de las diferentes especies durante las dos épocas (1 = época seca y 2 = época húmeda)	49
Figura 9 Dendrograma de un análisis de conglomerados para agrupar tipos de plantas (L: Leñosas; H: Herbáceas; G: Gramíneas) por ciclo de vida (A: Anuales; P: Perennes) de acuerdo con el IS durante las dos épocas (1 = época seca y 2 = época húmeda)	50
Figura 10 Dendrograma de un análisis de conglomerados para agrupar tratamientos y épocas con las variables de consumo de forraje de las diferentes especies (El número 1,00 es época seca y 2,00 es época húmeda)	52
Figura 11 Dendrograma de un análisis de conglomerados para agrupar tipos de plantas (L: Leñosas; H: Herbáceas; G: Gramíneas) por ciclo de vida (A: Anuales; P: Perennes) de acuerdo con el Consumo durante las dos épocas (1 = época seca y 2 = época húmeda) ..	54

VELÁSQUEZ VÉLEZ, R. A. 2005. Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas naturalizadas en función de épocas, manejo y condición de paisaje en Muy Muy, Nicaragua. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica. CATIE.

RESUMEN

Palabras claves: Selectividad animal, pasturas naturalizadas, composición botánica, escalas espaciales, árboles y arbustos en potreros.

En pasturas con composición botánica muy diversa, como es el caso de las pasturas naturalizadas en Muy Muy (Nicaragua), el conocimiento de las especies que aparecen en la dieta del ganado comparadas con la composición de la pastura bajo diferentes condiciones y regímenes de pastoreo, ayuda a definir cuáles son las alternativas más favorables de manejo de pasturas. Por tal motivo se evaluó la selectividad animal por los forrajes a diferentes escalas jerárquicas (sitios de alimentación y especies individuales) en relación a dos tipos de paisaje (las planicies onduladas y las vegas de ríos), dos tipos de manejo (vacas lactantes y vacas secas), durante las épocas seca y húmeda. Se evaluaron tres tratamientos: Vega (vacas lactantes en potreros de vegas), Leche y Horro (vacas lactantes y vacas horras respectivamente en potreros de planicies onduladas), con ocho repeticiones (potreros) por tratamiento. Para la toma de datos se adaptó la metodología utilizada por Jansson (2001), para estudiar la selectividad de vacas en dos escalas espaciales (potreros y áreas de forrajeo). La diversidad de especies fue mayor en los terrenos de planicies onduladas que en las vegas de río. En estas últimas la especie más frecuente fue el *Panicum maximum*. Los resultados obtenidos confirman que los animales seleccionan su alimento en escalas espaciales diferentes (áreas de forrajeo dentro de potreros y especies dentro de área de forrajeo). El índice de selectividad (IS) de las especies varió con los tratamientos y épocas. En la época seca, las leñosas mostraron IS más alto que las gramíneas y otras especies herbáceas, pero tanto en época de lluvias como seca, las gramíneas hicieron un mayor aporte a la dieta (83,1 y 70,6%, respectivamente). Entre las leñosas que mostraron IS alto en área de vegas estuvieron: *Albizia saman*, *Guazuma ulmifolia* y *Enterolobium cyclocarpum*. En el tratamiento leche también estuvieron las dos últimas, y en el de ganado horro los valores más altos de IS fueron para: *Cassia grandis*, *Bursera sumarruba* y *Guazuma ulmifolia*. En cuanto a consumo, se encontró que fue diferente entre tratamientos ($p = 0,014$). En términos generales las gramíneas fueron el grupo de especies mayoritario en la dieta, con un promedio de 70,6% durante la época seca y de 83,1%

durante la época húmeda. El consumo de leñosas aumentó en la época seca para todos los tratamientos. La gramínea más consumida en el tratamiento de vegas de río fue *Panicum maximum* en ambas épocas, mientras que en las planicies onduladas el *Paspalum notatum*, *P. conjugatum* y *P. virgatum* fueron las más consumidas en época seca y además el *Paspalum plicatulum* en época húmeda. Con los resultados obtenidos se corrobora la hipótesis que los animales seleccionan su alimento a diferentes escalas espaciales. Además, la selectividad animal varía de acuerdo con la composición botánica de las pasturas en los diferentes tipos de paisaje, tratamientos y épocas.

VELÁSQUEZ VÉLEZ, R. A. 2005. Animal selectivity of woody and herbaceous forages in naturalized pastures as a function of seasons, management and landscape conditions in Muy Muy, Nicaragua. MSc. Thesis, Turrialba, Costa Rica. CATIE.

SUMMARY

Key words: Animal selectivity, naturalized pastures, botanical composition, spatial scales, selectivity index, woody perennials in pastures.

In pastures with very diverse botanical composition, as is the case of naturalized pastures in Muy Muy (Nicaragua), to know which species are eaten by cattle compared to all those present in the pastures managed under different grazing conditions, helps to define the most favourable pasture management alternatives. For that purpose, we evaluated forage selectivity by grazing animals at different hierarchical levels (grazing paths and individual species), under two landscape condition (undulating lands and riverbanks), and two animal management regimes, during the dry and wet seasons. Three treatments were studied: “Vega” (milking cows grazing in the riverbanks), “Leche” and “Horro” (milking and dry cows, respectively, grazing in undulating lands), each with eight paddocks as replicates. A simple random sampling was done of treatments in 24 units (paddocks). Data on cows selectivity in two hierarchical levels were determined adapting the methodologies described by Jansson (2001). Species diversity was greater in the undulating lands than in the riverbanks. In the latter, *Panicum maximum* was the most common species. Results obtained confirmed that grazing animals choose their diet in two different spatial scales (grazing paths within paddocks and forage species within grazing paths), although differences between the selected grazing paths and the over-all vegetation of the paddock was only significant for Horro in the dry season. Selectivity indexes (SI) for individual species varied with treatments and seasons. During the dry season, several woody perennials showed higher SI than grasses and other herbaceous species, but grasses made a greater contribution to the diet than the woody perennials in both seasons (83,1 and 70,6% in the wet and dry season, respectively). Among the woody perennials with the highest SI in the Vega treatment are: *Albizia saman*, *Guazuma ulmifolia* and *Enterolobium cyclocarpum*. The latter two also had the highest SI in the “Leche” treatment, whereas in the “Horro” treatment the highest SI values were for *Cassia grandis*, *Bursera sumarruba* and *Guazuma ulmifolia*. In terms of intake, differences between

treatments were detected ($p=0,014$). In general terms, grasses made the greater contribution to the diet (70,6 and 83,1%, in the dry and wet season, respectively), but the contribution of woody perennials became more important in the dry season. Under the “Vega” conditions, *Panicum maximum* was the grass species that contributed the most to the diet, regardless of seasons; whereas in the undulating landscape type, *Paspalum notatum*, *P. conjugatum* y *P. virgatum* made the most important contribution to the diets in the dry season, and in the wet season also *Paspalum plicatulum* was important. The results obtained in this study confirm that grazing selectivity functions at different spatial levels. Also, selectivity is influenced by differences in botanical composition according to landscape types, treatments and seasons.

1. INTRODUCCIÓN

En América Central, el área en pasturas representa un 46% del total (18,4 millones de ha), siendo uno de los usos de la tierra más importantes (Kaimowitz 1996) y una de las actividades económicas más importantes para la generación de ingresos para subsistencia y empleo permanente para la población pobre (CATIE 2002). En Nicaragua, el área de pasturas para el año 1997 alcanzó 4,2 millones de hectáreas, ocupadas con 2,65 millones de cabezas de ganado (Szott *et al.* 2000). Las pasturas naturalizadas cubren la mayor parte de las áreas de pastoreo y son la base de la producción bovina a nivel regional. En el caso particular de Muy Muy (Matagalpa, Nicaragua) se estima que el 95% de ellas son naturalizadas, de las cuales cerca de el 80% se encuentran entre moderada a severamente degradadas (CATIE, 2002). Estas pasturas se caracterizan por la presencia de una gran diversidad de especies herbáceas y leñosas, nativas y naturalizadas, que consumen el ganado (bovino, equino, caprino y ovino, entre otros) y la fauna silvestre.

En pasturas con composición botánica muy diversa, como es el caso de las pasturas naturalizadas, el conocimiento de las especies que aparecen en la dieta de los herbívoros comparadas con la composición de la pastura bajo diferentes condiciones y regímenes de pastoreo, ayuda a definir cuáles son las alternativas más favorables de manejo de pasturas (Chávez *et al.* 2000). En la selección de la dieta de los animales en pastoreo, intervienen tanto factores propios del animal como de las plantas, con las subsecuentes modificaciones del medio ambiente físico. Entre los factores propios del animal que inciden sobre la selectividad se citan: la especie, la condición fisiológica, el comportamiento social bajo pastoreo, y la experiencia previa de los animales, entre otros.

Por otro lado, el pastoreo selectivo ejercido por ungulados es considerado como el principal responsable de mantener una alta diversidad de especies en pasturas nativas, debido al consumo selectivo que ejercen sobre las especies dominantes de la comunidad (Milchunas *et al.* 1988). Por ello, la presencia o incorporación de herbívoros ha tomado importancia en los planes de manejo para el mantenimiento y restauración de la diversidad, particularmente en pastizales naturalizados (Nai-Begraglio *et al.* 2002). Sin embargo, la diversidad de especies no siempre es incrementada por el pastoreo, pues depende, entre otros factores del tipo de herbívoros, de la intensidad y frecuencia de defoliación de biomasa, y de las condiciones del suelo y el clima (Milchunas *et al.* 1988).

Es por ello que las respuestas estructurales y funcionales de las pasturas naturalizadas a la herbivoría pueden ser muy diferentes y a veces opuestas, debido a diferencias en su historia de pastoreo (Milchunas *et al.* 1988). En pastizales con una historia de pastoreo relativamente corta, como los pastizales pampeanos de Argentina, o los pastizales templados de Australia, el pastoreo produce una disminución de la diversidad vegetal a cargas moderadas y extinciones localizadas de algunas especies nativas; por otro lado, cargas moderadas a intensas puede favorecer la invasión de especies invasoras y la dominancia de especies no seleccionadas por los animales (Nai-Begraglio *et al.* 2002). En cambio, en pastizales con larga historia de pastoreo, la diversidad es máxima en presencia de los herbívoros y en general, no se observa la invasión de especies exóticas ni la pérdida de especies nativas aún cuando estén sometidas a cargas altas (Milchunas *et al.*, 1988).

Desde el punto de vista de la producción animal, la importancia de la selectividad animal radica en su efecto sobre la productividad, lo cual le da el verdadero valor a una pastura. El consumo de forraje y la producción animal están relacionados con la cantidad de especies forrajeras deseables presentes en la pradera (Tergas, 1982).

Con respecto a la selectividad animal se han propuesto varias hipótesis, como por ejemplo que la selectividad se da a diferentes escalas espaciales (Senft *et al* 1997), que existe un forrajeo selectivo tendiente a optimizar la calidad de la dieta, maximizando la tasa de consumo neto de energía y biomasa (Pyke *et al.* 1977). Con base en ello, se sostiene que la decisión de los animales por ingerir un alimento es independiente de su abundancia *per se*, pero depende de la abundancia relativa de los alimentos más preferidos (Pyke *et al.* 1977).

El presente estudio está muy relacionado con éstas hipótesis, por lo que se pretende entender bien los procesos que llevan a los animales a seleccionar uno y otro sitio de alimentación, y una u otra especie de planta. En la Revisión de Literatura se profundiza más en la temática de selectividad animal.

La tendencia en la mejora de las pasturas naturalizadas en América Tropical ha sido a través de la introducción de especies exóticas llamadas “mejoradas”—en el caso de las gramíneas, mayormente originarias de Africa— y establecidas mayormente como monocultivo, con los consiguientes problemas de vulnerabilidad al ataque de plagas y enfermedades, y a la invasión de malezas. Todo esto ha traído como consecuencia que en poco tiempo dichas pasturas se degraden, frecuentemente como resultado del sobrepastoreo. Este comportamiento

se ha atribuido a la adaptación incompleta de modelos productivos (paquetes tecnológicos) desarrollados en climas templados (Sánchez, 1998).

Las “malezas invasoras” en las pasturas sembradas, en muchos casos son especies nativas que tienen buen valor forrajero, pero son desconocidas por los productores o simplemente les dan poca importancia. Muchas de estas especies son leñosas que presentan tolerancia a la sequía prolongada, manteniendo buena producción de forraje o producción de frutos en épocas críticas, generalmente poseen una densidad de nutrientes alta y tienen contenidos importantes de elementos minerales (Brunetti, 2003), y todo ello contribuye a mantener la productividad animal.

En Centroamérica hay poca disponibilidad de información relevante sobre selectividad animal en pasturas naturalizadas a diferentes escalas espaciales y su influencia en los procesos de pastoreo. Por ello, la información generada en este estudio se espera ayude a diseñar estrategias de manejo del pastoreo en pasturas naturalizadas, basadas en el conocimiento de aquellas especies que son bien consumidas por el ganado, tanto en época de lluvias, pero sobretodo en el período seco. Además, el estudio permite llenar un vacío de información en cuanto a la diversidad de especies presentes en las pasturas naturalizadas, bajo diferentes tipos de paisaje y condiciones de manejo. Se espera que el conocimiento generado en este estudio de pautas a los productores sobre qué especies son consumidas por el ganado, las cuales por tanto no deben eliminarse a través de chapias o aplicación de herbicidas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar la selectividad animal por los forrajes a diferentes escalas jerárquicas (sitios de alimentación y especies individuales) en relación a dos tipos de paisaje y dos tipos de manejo de los animales, durante las épocas seca y húmeda en Muy Muy (Nicaragua).

2.2. Objetivos específicos

- Conocer las especies de plantas que consume el animal y compararlas con todas las plantas disponibles en el sendero de forrajeo de la vaca.
- Definir las características de la vegetación a lo largo del sendero de forrajeo de la vaca y compararlo con toda la vegetación dentro del potrero.
- Determinar la influencia del tipo de paisaje, el manejo del pastoreo y la época del año sobre la selectividad animal.
- Estimar la contribución relativa de especies leñosas, herbáceas y gramíneas que consumen los animales en función del tipo de paisaje, manejo y época.

3. HIPÓTESIS

- El ganado selecciona su alimento de una manera jerárquica en diferentes escalas espaciales.
- La selectividad animal cambia en función al tipo de paisaje, manejo y época.
- Existe una relación directa entre la selectividad animal y la importancia relativa de las especies presentes en la dieta.
- En la época seca, los animales presentan mayor preferencia por especies forrajeras leñosas que por herbáceas.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Impacto del pastoreo sobre las especies vegetales herbáceas y leñosas

El pastoreo es una de las fuerzas más importantes que cambian el ambiente de la pastura. Los efectos del pastoreo en los ecosistemas dependen, obviamente, del número de herbívoros y su movimiento. El pastoreo y la selección de alimento es un proceso jerárquico, regido por la decisión de los animales (Trlica y Rittenhouse, 1993). Las variables de manejo que tienen más influencia en la respuesta de la planta al pastoreo son: (1) el largo del período de ocupación, el cual debe ser suficientemente corto como para prevenir que los rebrotes sean defoliados inmediatamente después de la emergencia; (2) la frecuencia de defoliación de la planta o de la comunidad de plantas; y (3) la intensidad del uso o nivel de defoliación (Trlica y Rittenhouse, 1993).

La influencia de los herbívoros mayores (p.e. bovinos, ovinos) sobre la estructura de la vegetación en pastizales es compleja, ya que no sólo cosechan una gran proporción de la biomasa aérea, sino que producen efectos directos e indirectos sobre la dispersión, el establecimiento, el crecimiento y la reproducción de las plantas (Collins, 1987). Los herbívoros inducen cambios sobre las plantas individuales y la comunidad vegetal en general. Ellos no sólo consumen biomasa, sino que además, pisotean, orinan, defecan y desechan material vegetal. Por su parte las plantas reaccionan a la defoliación de los herbívoros, generando cambios a nivel de su composición química, la cantidad de biomasa producida, e incluso su morfología. Todo esto puede resultar en que se promueva o interfiera la defoliación (Skarpe, 1991).

Se han observado algunas relaciones generales entre las características del hábitat y los patrones de pastoreo. Los factores abióticos tales como la pendiente y la distancia a fuentes de agua pueden forzar el pastoreo de algunas áreas, y el no uso de otras (Senft *et al.* 1987). Por otro lado, factores bióticos tales como la composición de especies, la morfología de las plantas, su disponibilidad y calidad forrajera, también pueden afectar la distribución de los animales en pastoreo. Los herbívoros mayores generalmente pastorean en diferentes áreas de una pastura basados en los niveles de recurso que encuentren allí. Senft *et al.* (1987) aplicaron el término "emparejado" a la relación proporcional entre el tiempo que un animal gasta pastoreando comunidades de plantas o parches grandes y la disponibilidad de nutrientes.

Emparejar es un patrón de respuesta agregado que se ha observado en algunas especies animales tales como los bisontes, los vacunos, los caballos salvajes, los venados y las ovejas (Pinchak *et al.* 1991). Por otro lado, Senft *et al.* (1987) describieron también un patrón de respuesta parejo en el cual la selectividad del ganado por las comunidades de plantas podría ser predicha a partir de cantidades relativas de especies preferidas y abundancia de nutrientes.

El pastoreo puede ejercer dos efectos opuestos sobre la vegetación herbácea. La reacción más comúnmente observada es que cuando se hace el pastoreo en forma intensa, disminuyen notablemente las especies palatables perennes, así como la producción total de biomasa, e incluso puede suceder lo mismo con la cobertura del suelo. Sin embargo, en algunos sistemas de pastizales naturales, se incrementa la palatabilidad de algunos componentes de las pasturas con el pastoreo, y se mantienen altas la producción y la cobertura del suelo (Skarpe, 1991).

El efecto del pastoreo varía con las diferentes especies de pastos y la intensidad de uso; sin embargo, hay tres efectos que merecen ser destacados: la defoliación es selectiva, hay una alteración en el balance natural de las especies y hay una perturbación en el crecimiento normal de las plantas. Además, por la acción del pisoteo se pueden presentar daños mecánicos y lesiones en algunas especies de plantas, efecto que se acentúa cuando el suelo tiene exceso de humedad. Con el transcurrir del tiempo de pastoreo en un potrero en particular, la composición química de diferentes tipos de praderas cambia en distinto grado, resultando en que la calidad del forraje se reduce en forma gradual del principio del pastoreo hacia el final (Gutiérrez, 1996).

La biomasa producida por las plantas luego de la defoliación, presenta en la mayoría de los casos una mayor concentración de nutrientes que la biomasa de plantas que no han sido defoliadas (Skarpe, 1991).

El grado de dispersión (movimiento) de los animales dentro del potrero influye la carga animal a que están sometidas áreas específicas de la pastura, lo cual puede afectar las condiciones de la pastura y la producción animal. Algunas formas de manejo pueden ayudar a aliviar ese problema, tal como puede ser el atraer animales a sitios específicos, colocando abrevaderos y saladeros (comederos) en sitios estratégicos, la reducción del tamaño de potrero, la división del hato en función de clases y el uso de estrategias de manejo como el pastoreo rotacional. (Schacht *et al.*, 1996, citado por Santos y Costa, 2002).

Entre los efectos más comunes que produce el pastoreo en pastizales naturalizados, están los cambios en la diversidad florística y en la diversidad estructural de la comunidad (Pucheta *et al.* 1998). La diversidad florística se refiere a la presencia y abundancia de determinadas especies (Magurran, 1988), mientras que la diversidad estructural de una comunidad vegetal hace referencia a la organización de la biomasa en el espacio horizontal y vertical. Estos componentes de la diversidad no han sido tenidos en cuenta en la mayoría de estudios relacionados con el pastoreo u otras formas de “perturbación” de la vegetación, a pesar de su enorme importancia para otros niveles tróficos del sistema (Molina *et al.* 1999).

En un estudio realizado por Milchunas *et al.* (1993) se comparó composición de especies, producción primaria neta sobre el suelo, biomasa de raíces y nutrientes del suelo en sitios bajo pastoreo y sitios protegidos del pastoreo. Se encontró que los cambios en la composición de especies con pastoreo fueron principalmente función de la producción primaria neta sobre el suelo y de la historia evolutiva del sitio de pastoreo, mientras que nivel de consumo fue tercero en importancia. Esas tres variables explicaron más del 50% de la varianza en la respuesta al pastoreo de las especies de pasturas y pasturas más arbustos, aunque los métodos de medición y sistemas de pastoreo variaron a lo largo de los estudios.

Por el pastoreo de herbívoros se logra que las plantas leñosas puedan compensar con un rebrote vigoroso (Danell *et al.*, 1994). Otra estrategia de las plantas para evitar ser defoliadas en exceso es invirtiendo en diferentes formas de defensa (Cooper y Owen-Smith, 1986). Es el caso de algunos pastos y herbáceas que pueden tener hojas pubescentes que les dan mayor resistencia al pastoreo (Mayland y Shewmaker 1999).

4.2 Selectividad animal

La selección que realizan los animales sobre la pastura es una fuente de variación cuando se cuantifica el consumo de forrajes. El problema esencial radica en que las porciones más gustosas de la planta son consumidas primero, por lo que si un potrero es pastoreado por varios días, la selectividad y el consumo se modificarán a medida disminuya la disponibilidad de forraje, y éstos cambios son a su vez dependientes de la carga animal (Van Soest, 1994).

En ambientes espacialmente heterogéneos, los herbívoros pastorean de una manera más o menos selectiva, de acuerdo con la distribución, abundancia y calidad de la vegetación. Antes de comenzar el pastoreo los animales necesitan obtener información, acerca del

ambiente donde van a pastorear, para así hacer un uso más eficiente de los recursos disponibles en los diferentes segmentos de vegetación (Dumont y Gordon, 2003).

La selectividad ejercida por los herbívoros manejados bajo pastoreo tiene dos dimensiones, una corresponde a la definición de cuáles plantas o qué partes de las plantas pueden ser seleccionadas de acuerdo con el orden de disponibilidad inmediata (selección de la dieta) y el segundo está relacionado con el cómo pueden moverse los animales a través de la comunidad, es decir la selección de los sitios de alimentación (Pyke *et al.* 1984). La función objetivo del consumo selectivo parece ser el obtener la máxima calidad y una adecuada cantidad de alimento; sin embargo, como en la mayoría de casos el material alimenticio disponible para los herbívoros es de baja calidad nutritiva, entonces la selección se hace a costa de la cantidad.

Por otro lado, los animales pastorean y ramonean selectivamente algunas especies de plantas con relación a otras, pero si la selectividad de los animales no se controla, es posible que en un plazo mediano a largo desaparezcan las plantas de mejor calidad forrajera, y consecuentemente aumente la presencia de especies no deseadas (Sierra, 2002). Esto es porque algunas especies herbáceas y leñosas generan sustancias que hacen que los animales las rechacen, en cambio otras especies no las poseen

La selección de forraje supone diferenciación nutritiva y morfológica en las plantas. Los forrajes varían en cuanto a estos parámetros, los mismos que están influenciados por la especie de planta individual, número de especies de plantas disponibles, el ambiente para el crecimiento de las plantas y la edad o madurez del forraje (Van Soest, 1994). El ganado vacuno posee boca ancha y labios superiores inflexibles, así sus bocados son de grupos grandes de forraje, limitando su capacidad de selección, obteniéndose así baja selectividad, incluso, el ganado llega a consumir en el alimento seleccionado material vegetal muerto. A diferencia de otros rumiantes como la oveja, la cabra y el venado, que poseen bocas más estrechas y labios más flexibles, que les permite una mas alta capacidad de selección. Estas estructuras anatómicas y forma de ingestión hacen que sea más difícil para los bovinos el seleccionar hojas de plantas leñosas (ramonear) (Lyons y Machen, 2000). Además, la selección de la dieta es afectada por el tamaño corporal, la capacidad ruminal, la capacidad de aprehensión y la disponibilidad de tiempo para el consumo de forrajes (Belovsky 1984, Demment 1982, Cooper y Owen-Smith 1986).

Con base en lo anterior, se puede señalar que los animales desarrollan una serie de estrategias digestivas y metabólicas al forrajear, que responden a la variabilidad ambiental (Gordon, 1995).

Para integrar las decisiones de forrajeo a diferentes escalas espacio-temporales de una pastura, Senft *et al.* (1987) describieron la teoría de la jerarquía espacial, la cual señala que el forrajeo no es aleatorio, sino que se seleccionan sitios de forrajeo siguiendo un orden jerárquico espacial. Basado en esta teoría, Santos (2001) describió el orden jerárquico del ganado en Pantanal, Mato Grosso, Brasil de la siguiente manera: sitio de alimentación, sitios de pastoreo dentro de una unidad de paisaje, parches (sitios con las especies de forraje favoritas), especie de forraje, partes de la planta y tamaño del bocado.

Santos y Costa (2002) mencionan que las estrategias de forrajeo adoptadas por el ganado parecen estar influenciadas por el tamaño del área, densidad de animales por unidad de área y condiciones de la pastura. La selectividad animal aumenta cuando la disponibilidad de forraje se hace más limitante. En este caso, los animales pueden utilizar la estrategia siguiente: seleccionar alimentos de alta calidad, pero con bajo consumo de alimento diario (Sinclair *et al.*, 1982).

Un aspecto muy importante para aumentar la selectividad animal es incorporar alta biodiversidad de plantas en las pasturas para ganadería. Esto acarrea consigo una ventaja adicional que es minimizar la vulnerabilidad propia de los monocultivos, porque las diferentes plantas presentes en la comunidad vegetal pueden tener fortalezas y debilidades con respecto a factores bióticos y abióticos del ecosistema; pero además en comunidades vegetales diversas se pueden crear numerosos microclimas que ayuden a amortiguar los extremos de temperatura y humedad del ambiente (Brunetti, 2003).

La selección de la dieta está basada en parte por la palatabilidad, pero esta característica está poco relacionada con indicadores tradicionales de calidad nutritiva (p.e. digestibilidad y contenido de proteína cruda) y puede ser modificada por las características físicas de las plantas, la presencia de compuestos secundarios tales como taninos, esencias, alcaloides y otros (Malechek y Provenza, 1983; USDA, 1994), y por la experiencia de alimentación previa en el sitio (Cooper y Owen-Smith 1986).

El ganado prefiere algunos sitios de alimentación sobre otros, debido a factores que influyen en las preferencias al pastorear que incluye el tipo de plantas (gramíneas, herbáceas y

leñosas), especies de plantas, cantidad de forraje, calidad del forraje y/o su palatabilidad, sombra y protección, y presencia de plagas e insectos. Otros factores son el clima, el tipo de suelo, topografía, disponibilidad de agua y sales minerales. Pero las diferencias entre áreas (vegetación y topografía) hacen que los animales se concentren en unas áreas y eviten otras (Lyons y Machen, 2000).

4.3 Interacciones entre leñosas y pastura

Cuando las leñosas y las especies herbáceas interactúan en el mismo espacio y tiempo, ocurren relaciones de interferencia y facilitación (Pezo e Ibrahim, 1999). La facilitación ocurre cuando un componente mejora la productividad de otro componente (Buck *et al.*, 1998), como es el caso de la fijación y transferencia de nutrientes, el efecto de las cortinas rompevientos; y cuando los árboles presentes en las pasturas mitigan los extremos de temperaturas sobre el estrato herbáceo (Pezo e Ibrahim, 1999). Por otra parte, ejemplos de interferencia entre árboles y pastos son la competencia por radiación solar (efecto sombra), por agua y por nutrientes. Adicionalmente, entre las leñosas y las pasturas puede existir una relación alelopática.

4.3.1 Ventajas de la interacción de leñosas con la pastura

Fassbender (1993) anota las principales interacciones ventajosas: se disminuye el efecto erosivo de las gotas de lluvia; hay limitación del efecto dañino del viento, tanto en herbáceas como en animales; se regula la polinización y distribución de semillas; hay un incremento en la materia orgánica del suelo; hay una mejor utilización del espacio vertical y del tiempo, a la vez que se imitan patrones ecológicos naturales; se da una recirculación eficiente de los elementos nutritivos, pues estos se extraen de los horizontes profundos del suelo y se hacen disponibles a plantas con sistemas radiculares menos profundos. En algunas especies también se desarrollan micorrizas, las que contribuyen a mejorar la utilización de nitrógeno y fósforo.

4.3.2 Desventajas de la interacción de leñosas con la pastura

Entre las principales desventajas de la interacción anotadas por Fassbender (1993) se citan: surge una competencia fuerte entre las leñosas y herbáceas por luz, nutrientes y agua, pudiendo reducir los rendimientos y la calidad de estas últimas; en el caso de las lluvias marginales ésta competencia puede hacer imposible el uso de cultivos herbáceos; la velocidad

de caída de las gotas de agua de leñosas muy altas a las herbáceas, puede causar daño a las flores y frutos de éstas. Otra posible desventaja es causada por la alelopatía, donde una planta puede inhibir la germinación o el crecimiento de otras, mediante la liberación de sustancias químicas tóxicas. La mayor humedad del aire puede favorecer la aparición de hongos, causantes de enfermedades en las herbáceas. Por último, se crean hábitat para animales (insectos) que pueden ser dañinos para las herbáceas.

Las leñosas generalmente interfieren el paso de la radiación solar sobre el estrato herbáceo. Lo contrario ocurre cuando las leñosas se encuentran en su fase de crecimiento y se combinan con herbáceas de crecimiento rápido y erecto o con leguminosas de crecimiento voluble (que enredan). En general cuando las leñosas ejercen sombra sobre las especies herbáceas, estas últimas presentan un menor potencial de crecimiento, y ocurren cambios morfológicos como la elongación de tallos y menor desarrollo radicular. (Pezo e Ibrahim, 1999). Por otro lado, hay pocas forrajeras palatables que son bastante tolerantes a la sombra, por lo que a medida aumenta la cobertura arbórea, empiezan a dominar las especies poco palatables. (Somarriba y Lega, 1991).

Bajo el árbol las temperaturas del aire y del suelo son menores y la humedad relativa del aire aumenta (Wilson y Ludlow 1991, citados por Pezo e Ibrahim 1999), también se aumenta la humedad del suelo, ya que el sistema reduce su pérdida de agua por disminución de transpiración de las pasturas y evaporación del agua del suelo (Wong y Wilson 1980, citados por Pezo e Ibrahim 1999).

La selectividad por sitios también puede estar definida por las condiciones ambientales en las que se encuentra el animal, tal es el caso de la época seca donde se presentan altas temperaturas y los animales buscan sitios de alimentación bajo los árboles. Esta afirmación coincide con lo relatado por Senft *et al.* (1987) y Lyons y Machen (2000) quienes explican que la decisión hecha por el animal sobre el sitio de forrajeo está relacionada directamente con el estrés climático o la imposibilidad para mantener un nivel adecuado de consumo de forraje. Por otro lado, las vacas *Bos taurus* buscan la sombra más temprano, y permanecen allí por largos períodos de tiempo (Lyons y Machen, 2000), debido a sus problemas de adaptación a las altas temperaturas. Estas vacas mientras están bajo la sombra se alimentan con las especies presentes allí y con los frutos que algunas de estas especies producen en época seca. En la zona de Muy Muy, una alta proporción de animales son cruces de *Bos taurus* x *Bos indicus*,

los mismos que tienen un comportamiento intermedio en cuanto a tolerancia al calor, pero también en algún momento buscan la sombra, por lo que las rutas de forrajeo pueden verse afectadas por la presencia de especies de árboles.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización

El estudio se llevó a cabo entre febrero y agosto del año 2004, en la zona piloto del proyecto CATIE-NORAD en Muy Muy, Nicaragua. El municipio de Muy Muy se localiza al Sur del departamento de Matagalpa, en la zona Nor-Central de Nicaragua, entre las coordenadas geográficas 85°30' y 85°45' de longitud Oeste y entre los 12°40' y 12°50' de latitud Norte. El municipio de Muy Muy cubre un área de 110 Km² y se encuentra relacionada a dos reservas naturales de interés nacional: los cerros Musún y Quiroga, situados a 55 y 35 km al este del municipio. Para el año 2000 se estimó que la población del municipio de Muy Muy fue de 15.168 habitantes (INIFOM, 2003).

5.2 Clima

El sitio de estudio se clasifica como trópico semi-húmedo en transición entre zona seca y zona húmeda. La región presenta una precipitación anual promedio de 1.576 mm/año y temperatura promedio de 24,5°C (CATIE 2002). La época de lluvias se presenta entre los meses de mayo y noviembre y el resto del año corresponde a la época seca.

5.3 Descripción de la zona de estudio

El área en bosques naturales, tacotales o bosque secundario y plantaciones forestales en el municipio de Muy Muy cubre apenas 10,5% de la superficie total, lo que evidencia la pérdida y fragmentación de sus bosques naturales. Por otro lado, el 77.6% de su superficie son pastizales naturales y/o naturalizados. El restante 11,8% es de uso agrícola, principalmente maíz y frijoles. La principal actividad económica y productiva es la ganadería vacuna de doble propósito, con 25.000 cabezas aproximadamente; pero ésta presenta índices productivos y reproductivos bajos, como consecuencia del deterioro de las pasturas, ya que el 88% de las mismas se encuentran en un avanzado estado de degradación. En la presente tesis **degradación de pasturas** se entiende como la pérdida del potencial productivo de una pastura, por la disminución de especies deseables, y su reemplazo por especies no palatables, y en casos extremos la presencia de áreas de suelo desnudo, con la eventual pérdida de suelo por erosión (Spain y Gualdron, 1988). Esta degradación puede ser el resultado de exceder la

capacidad de carga animal, uso de paisajes y suelos inapropiados para ganadería o el manejo inadecuado de especies de pastos y suelo (CATIE, 2002).

El 52% de los ganaderos tienen 6 a 10 potreros y el 38% de estos son de 3 a 6 ha. La carga animal promedio es 1,08 UA.ha⁻¹. En muchas fincas escasea el agua para el ganado en el período seco, limitando así la rotación de potreros a pesar de las divisiones existentes y obligando al productor a “abrir” potreros, y manejar los animales en un sistema de pastoreo continuo estacional. Además, los productores no ajustan la carga animal al déficit forrajero propio de la época seca, lo que ocasiona frecuentemente el sobrepastoreo (CATIE, 2002).

Las nuevas pasturas se establecen en el municipio a partir de pasturas degradadas dejando el potrero en descanso durante un período de barbecho. Luego, este barbecho, conocido localmente como “tacotal”, es quemado y labrado, y en ese terreno se siembran en asocio simultáneo la pastura con cultivos anuales tales como maíz o frijol, y de esa manera se cubren al menos en parte los costos de establecimiento. Este sistema también ha sido empleado en el 35% de las áreas nuevas de pasturas, es decir en las áreas donde se ha hecho tala de bosque y quema, para establecer luego pasturas. Las especies más usadas para renovar los potreros son *Panicum maximum*, *Hyparrhenia rufa*, *Brachiaria brizantha*; *B. decumbens*; *B. ruziziensis*, *Andropogon gayanus* y *Cynodon spp.* La tasa anual de renovación de pasturas es del 4,8%, mientras que la tasa anual de degradación es del 16%, por lo que es insuficiente para compensar el proceso de pérdida del valor forrajero que se presenta con los sistemas de manejo actuales. El control de especies invasoras se realiza con quemas, herbicidas y control mecánico a través de chapias manuales efectuadas 1 a 2 veces al año. Este método es el empleado más frecuentemente por los productores. El uso de herbicidas ha sido promovido de forma más reciente por los comerciantes de agroquímicos (CATIE, 2002).

5.3 Visita de reconocimiento

El área de estudio se recorrió durante una semana, en el mes de febrero de 2004, con el fin de hacer observaciones biofísicas relacionadas principalmente con los tipos de paisajes donde se encuentran las pasturas y los regímenes de pastoreo y tipos de manejo de las fincas de la zona de Muy Muy. El reconocimiento del lugar se hizo en compañía de un experto local con conocimiento de la vegetación dominante y el manejo de pasturas por los productores, así

como con otros especialistas con conocimiento amplio ya sea sobre la zona de estudio, tipo de paisajes, especies vegetales o el manejo de la ganadería.

5.4 Sistematización de información

La información recolectada durante la visita de reconocimiento de la zona de estudio, junto con la información generada hasta ese momento para el proyecto CATIE/NORAD-PD en cuanto al mapeo de uso de la tierra a nivel de finca, se sistematizó en una matriz que reunió variables biofísicas y relacionadas con el manejo del pastoreo. Para seleccionar los sitios de muestreo se usaron además como criterios la topografía del terreno y el tipo de paisaje. Las fincas y los potreros seleccionados para el estudio fueron ubicados espacialmente utilizando imágenes de satélite Quickbird analizadas mediante la aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

A partir de la visita de reconocimiento se identificaron los sitios de muestreo, (fincas y potreros dentro de las fincas), se observó la diversidad de especies presentes, tanto leñosas como herbáceas, y con base en ello se definió el número de repeticiones por tratamiento. Como consecuencia de esta visita de reconocimiento se redefinieron los tratamientos, quedando éstos definidos por la combinación incompleta de dos tipos de paisaje (vegas de ríos y planicies onduladas) y dos tipos de manejo de animales (grupos de vacas en producción y de ganado horro. Este último consiste del grupo de vacas secas y en algunos casos también las vaquillas próximas al parto).

La información biofísica recolectada durante las visitas de reconocimiento de la zona, junto con la información primaria y secundaria generada hasta ese momento para el proyecto CATIE-NORAD y el conocimiento de expertos, se sistematizó en una matriz que reunió las variables biofísicas y relacionadas con el manejo de los potreros. La información contenida en la matriz se analizó y usó como criterio para seleccionar los sitios de muestreo. El modelo de la matriz para sistematización de información se presenta en el Cuadro 1.

Se caracterizó la vegetación de los sitios de muestreo (especies leñosas y herbáceas), en función del área de potrero, la topografía (pendientes), las características de suelo y drenaje, y el manejo (carga animal promedio, días de ocupación, y días de descanso). De acuerdo con lo anterior se seleccionaron las unidades maestras (potreros).

Cuadro 1. Información básica recolectada para la selección de fincas y potreros.

Nombre finca		Número del potrero	
Nombre productor		Nombre del potrero	
Nombre administrador		Área (Mz)	
Posición geográfica		Cantidad de vacas (paridas-horras)	
Comarca		Días de ocupación (Época seca)	
Observaciones varias		Días de descanso (Época seca)	
		Días de ocupación (Época Lluvia)	
		Días de descanso (Época Lluvia)	
		Edad del potrero	
		Número de chapias/año	
		¿Aplica herbicidas?	
		Año de la última quema	
		Topografía	
		Drenaje	
		¿El potrero tiene fuente de agua?	

5.5 Sitios de muestreo y tratamientos

A partir de la visita de reconocimiento se identificaron las fincas y el número de potreros dentro de las mismas. Los sitios de estudio se obtuvieron de dos diferentes tipos de paisajes según estuvieran influenciados o no por la presencia de ríos (Planicie ondulada y Vegas) y dos de sistemas de manejo de los animales (Leche¹ y Horro²). Los tratamientos se describen en el Cuadro 2. Para cada tratamiento se tuvieron ocho unidades muestrales (potreros).

Cuadro 2 Descripción de los tratamientos para el presente estudio

Número de Tratamiento	Nombre del Tratamiento	Descripción	Número de potreros por tratamiento
1	Leche	Potreros en planicies onduladas utilizados por vacas en producción	8
2	Horro	Potreros en planicies onduladas utilizados por vacas horras	8
3	Vega	Potreros en vegas de ríos utilizados por vacas en producción	8

¹ Vacas lactantes

² El ganado horro es el grupo de vacas no lactantes y novillas preñadas próximas al parto.

5.5.1 Variables ambientales de clase

- Tipo de paisaje:

Planicie Ondulada: Zona media y baja del Municipio. La mayor parte del Municipio esta cubierta por tobas estratificadas del Terciario. Muchas de las ondulaciones en esta zona se deben a estas diferencias en la dureza de la roca y su resistencia variable a la erosión. En las partes bajas y más planas (pendientes hasta del 10%) se caracterizan por la presencia de Vertisoles con amplias grietas y estructuras prismáticas, mientras en áreas más onduladas (asociados a un mejor drenaje) son Inceptisoles, con propiedades vérticas y de entisoles (poco profundos). Ambos tipos los suelos se agrietan en forma muy variable en la época seca, y tienen estructuras de bloques angulares gruesos; en cambio, en la época lluviosa de manera general las áreas planas permanecen anegadas. En estos suelos predominan las texturas franco-arcillosa a arcillosa en las capas superficiales (Aráuz, 2005).

Vegas: Se caracterizan por depósitos aluviales recientes, por tanto los suelos presentan poco desarrollo pedogenético (Entisoles), aparte del desarrollo de una estructura y pedregosidad. En las vegas de los ríos se presentan también algunos Molisoles. Estos suelos son considerados de fertilidad media a alta, especialmente por el contenido de fósforo que es mayor que en los demás suelos del Municipio (Aráuz, 2005).

- Época del año: El muestreo para la época seca hizo al final de ésta, que comprende el período entre la última semana de marzo y la segunda semana de mayo. El muestreo para la época lluviosa se realizó al principio de ésta, comprendida entre la tercera semana de mayo y la primera semana de agosto.
- Tipo de manejo: Aunque se reconoce que el patrón de manejo del pastoreo varía de finca a finca, se aceptó que de manera general todos los productores reservan los mejores potreros y los manejan de manera más intensa con las vacas lactantes que con el ganado horro, por lo que esos dos grupos constituyeron los tipos de manejo. Por otro lado, se observó que el ganado horro no se manejaba en los terrenos de vega de río, por lo cual no se pudo asignar un tratamiento con ganado horro en éste tipo de paisaje.

5.6 Colección de datos en campo

5.6.1 Definición de transectos y escalas espaciales

En el presente trabajo se adaptó la metodología utilizada por Jansson (2001) para estudiar la selectividad de vacas en dos escalas espaciales (pequeña y mediana), en las dos épocas del año: fines del período seco (marzo-mayo) e inicios de la época de lluvias (junio-julio). Los datos se colectaron por medio de dos tipos de transectos:

- 1) *Transectos Vaca*, los cuales representan las áreas de alimentación seleccionadas por la vaca. Estos fueron seleccionados siguiendo el recorrido de cada una de las vacas utilizadas para el muestreo al momento de consumir pastos.
- 2) *Transectos Control*, los cuales representan la vegetación total disponible para los animales. Estos fueron elegidos completamente al azar.

El área de muestreo para cada uno de los Transectos Vaca y Control es de 100 m² (50m. de recorrido por 2m de ancho), asumiendo que el alcance del animal que pastorea es de 1 m a cada lado de su ruta de recorrido (Figura 1).

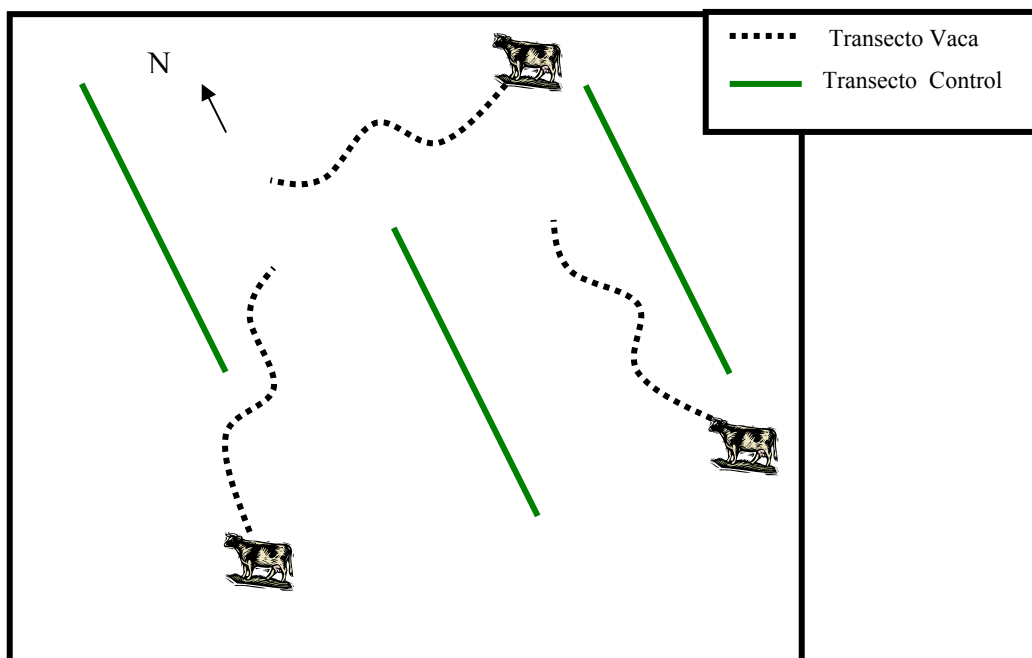


Figura 1 Ejemplo de la localización de los transectos de muestreo.

5.6.2 Muestreo de vegetación

Para muestrear, identificar y determinar las proporciones de especies vegetales presentes en los dos tipos de transectos se construyó una cruz con dos brazos cortos 0,5m cada

uno y dos brazos largos de 1m cada uno. Esta cruz se puso sobre el transectos con el fin de registrar las especies de plantas que tocaban cada una de las puntas de la cruz (Figura 2). De esa manera se tuvieron cuatro (4) registros por cada 1,5 m lineales de transecto (Figura 2), y en cada transecto de 50 m se tomaron un total de 136 observaciones. (Anexo 1)

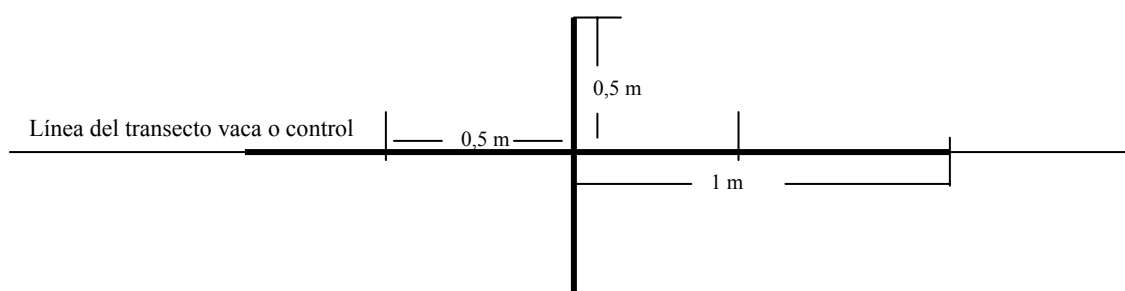


Figura 2 Representación de la cruz con la cual se tomaron los registros sobre los transectos.

El número de transectos por potrero y por época fue estimado de la siguiente manera: en potreros con áreas menores a 10 manzanas³ (7,02 ha) se muestrearon 5 Transectos Vaca y 5 Control, y en potreros mayores de 10 Mz se hicieron 10 transectos Vaca y 10 Control. La aleatorización de los transectos control se hizo por medio de un GPS, el cual tiene una función para aleatorizar puntos dentro de un potrero con coordenadas geográficas conocidas. Una vez ubicado el punto se trazaba el transecto de 50 m. con dirección norte, pero en aquellos casos en que los 50 metros superaban el límite del potrero, entonces el transecto se dirigía hacia el sur.

5.6.3 Periodo de acostumbramiento

Antes de iniciar la toma de datos de consumo fue necesario permanecer un tiempo prudencial observando los animales, para que ellos se acostumbren a la presencia de los observadores en el potrero; así se evitaron perturbaciones al animal y se facilitó el trabajo de los evaluadores. En general las vacas en producción fueron más mansas que las horas, por lo que fue necesario invertir más tiempo de acostumbramiento con las segundas.

³ Una Manzana (Mz), unidad de área equivalente a 0,702 ha

5.6.4 Consumo de forraje

Este parámetro fue muestreado por medio de una observación realizada durante el desplazamiento de la vaca sobre un trayecto de 50 m., o durante 10 min. si la vaca no alcanzaba los 50 m. de recorrido. El inicio y el final de la observación fueron registrados con cronómetro. Dentro de esta observación se determinaron los tiempos reales de consumo de la vaca, es decir los períodos efectivos en los que la vaca consumía alimento. En ese tiempo se hizo el conteo del número de bocados, y con base en este número y tiempo efectivo de consumo se estimó la frecuencia de bocados. Con base en estos datos se corrigió el consumo total para cada especie. Cada bocado del animal y cada especie que consumía fueron registrados usando una grabadora de bolsillo. Para identificar la especie consumida en cada bocado, se usaron binoculares cuando fue necesario, ya que algunos animales eran muy nerviosos y no permitían que el observador se acercara. Mientras se grababan los bocados con sus respectivas especies consumidas, un auxiliar de campo marcaba con una cinta métrica el sendero del animal, el cual luego fue usado luego para hacer las determinaciones de presencia de especies en el Transecto Vaca (Anexo 1). En todo momento se evitó la interferencia al operador que registraba las observaciones visuales de especies consumidas por el animal.

La observación de especies consumidas se comparó con los datos de composición botánica del Transecto Vaca, para estimar el índice de selectividad. La observación de las vacas en producción se hizo después del ordeño, cerca de las 9 a.m. cuando los animales entraban al potrero. Con el fin de evitar posibles errores atribuibles al efecto de la hora del día en que se efectuaba el muestreo se aplicó el mismo horario para los muestreos con el ganado horro.

5.6.5 Animales utilizados para el muestreo

En todos los tratamientos y en ambas épocas se efectuaron los muestreos utilizando las vacas adultas disponibles en el potrero, seleccionadas al azar, ya fueran lactantes o secas según el tratamiento, pero siempre tratando de evitar seguir repetidamente las mismas vacas. Sin embargo, en el caso del tratamiento que involucraba ganado horro, la observación se hizo con vaquillas próximas al parto cuando no se consiguieron suficientes vacas adultas.

5.6.6 Variables ambientales explicativas

- Cobertura arbórea (C.Arb.): Para cuantificar la cobertura arbórea se midieron los diámetros mayor (D_1) y menor (D_2) de las copas de todos los árboles dispersos en el potrero y los presentes en las cercas vivas que tuvieran un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor de 10 cm. Para obtener la cobertura total se sumaron las áreas⁴ de cobertura de cada árbol. Con éste dato y conociendo el área del potrero se obtuvo la proporción del área cubierta por árboles. Ésta cobertura se expresó en porcentaje (%). Estas mediciones se hicieron para todos los potreros bajo estudio.
- Área del potrero (Área): Se registraron con GPS los puntos perimetrales de cada potrero, luego se dibujó un mapa en el programa ArcView 3,3 y con el mismo se estimó el área. Las mayores áreas de potreros fueron encontradas en el tratamiento Horro (17,5 Mz en promedio), seguido del tratamiento Leche (10,6 Mz en promedio) y por último las áreas menores fueron para los potreros en el tratamiento Vega (5,7 Mz en promedio)
- Carga animal (C.A.): Fue calculada con base en el número de animales que pastorean cada día en cada potrero, el período de ocupación y el área del potrero, para obtener una carga promedio por potrero. Las mayores cargas animales fueron encontradas en el tipo de paisaje de Vegas de ríos (1,7 UA/Mz) y las menores cargas fueron encontradas en los tratamientos Leche (1,1 UA/Mz) y Horro (0,8 UA/Mz), dentro del paisaje de Planicies onduladas.
- Chapias: los datos de control mecánico de malezas en los potreros fueron obtenidos por medio de entrevista directa a los productores dueños de las fincas donde se efectuaron los muestreos. A ellos se les preguntó el número de chapias por año en cada potrero, y en qué época se efectuaban éstas. Se encontró que los productores llegaban a hacer hasta seis chapias por año en los potreros situados en el tratamiento Vega, mientras que los tratamientos Horro y Leche se realiza un máximo dos chapias por año.

⁴ El área fue calculada, primero determinando diámetro promedio: $D_1/2 + D_2/2 = D$; luego, se usó la fórmula $\pi/4(D)^2$ para determinar la cobertura de cada árbol.

5.7. Análisis estadístico

5.7.1 Modelo

La variable de respuesta en el presente estudio fue la selectividad animal a nivel de sitios y de especies. Las unidades básicas de muestreo fueron los transectos o sitios dentro de la pastura donde come la vaca (50 m. de recorrido), junto con la observación de consumo de la vaca, pero la unidad experimental fue el potrero.

Los tratamientos a evaluar surgieron de la combinación incompleta de dos tipos de paisaje (planicies onduladas y vegas de ríos) y el factor manejo de los animales por grupos de pastoreo, con dos niveles, vacas en producción y vacas horras. Por otro lado, el experimento se llevó a cabo en dos épocas (seca y húmeda), por lo que el diseño experimental utilizado fue de Parcelas Divididas con un arreglo aleatorizado de las unidades experimentales (potreros), donde la parcela principal fue la época y las sub-parcelas fueron los tratamientos definidos por la combinación del tipo de paisaje y el tipo de manejo. Así, el modelo lineal para este experimento se escribe de la siguiente manera:

$$Y_{ijk} = \mu + E_k + \text{Rep}_j(E_k) + T_i + TE_{ik} + \xi_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} es la i -ésima respuesta del j -ésimo tratamiento

μ es la media general

E_k es el efecto de la k -ésima época

$\text{Rep}(E_k)$ Repeticiones dentro de época, se utilizará como Error tipo A.

T_i es el efecto del i -ésimo tratamiento

TE_{ik} es el efecto de la interacción del i -ésimo tratamiento por la k -ésima época

ξ_{ijk} el error supuestamente distribuido normal e independientemente, con media cero y varianza constante

5.7.2 Cálculo del índice de selectividad

Luego de digitada la base de datos en Excel, por medio de tablas dinámicas se obtuvo las proporciones de cada especie, tanto en el transecto Vaca como en la dieta. Para calcular el

índice de selectividad (IS) se procedió a preparar un hoja de cálculo donde aparecía el resultado de la división entre la proporción de cada especie en la dieta y la proporción de cada especie en el transecto Vaca. El índice de selectividad (IS) para cada especie consumida por los animales se calculó mediante una fórmula sencilla tomada de Ngwa *et al.* (2000):

$$IS_i = \frac{\text{Proporción}^5 \text{ de la especie "i" en la dieta}}{\text{Proporción de la especie "i" en el transecto Vaca}}$$

Un IS de 1,0 significa que es la misma la proporción de la especie en el consumido y su ocurrencia en la vegetación, por lo que se considera que es una especie “neutra”. Sin embargo, para propósitos de interpretación se consideró que un valor de IS mayor que 1,3 indica que la especie en cuestión está siendo preferida sobre otras, si está en un rango entre 1,3 y 0,7 se considera la especie como neutra y si el IS es menor de 0,7 se considera que la especie es rechazada, es decir, esta especie no es bien consumida por el animal, puede ser que tenga defensas químicas o físicas que evitan su consumo. Las especies seleccionadas o preferidas se dividieron en dos categorías: las altamente preferidas cuando el IS fue mayor a 2,5 y las medianamente preferidas o de mantenimiento cuando el IS estuvo en un rango entre 2,49 y 1,31.

5.7.3 Análisis multivariados

Las técnicas multivariadas de ordenamiento del paquete estadístico CANOCO (ter Braak y Šmilauer, 2002) fueron usadas para describir la variación de la vegetación y relacionarlas con los tratamientos, tipos de paisaje y épocas. En el ordenamiento, se dispusieron los datos de vegetación a lo largo de ejes que representan gradientes ambientales en un espacio multidimensional, de tal manera que se tomó en cuenta el efecto de las variables ambientales en el ordenamiento de los datos de vegetación. Para esto CANOCO ofrece: 1) Métodos indirectos como es el Análisis Correspondencia (AC), con el cual se ajustaron los datos de vegetación por el efecto de las variables ambientales, pero sin afectar el ordenamiento de los datos de vegetación; 2) Métodos directos como el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC), con el cual se hizo un ordenamiento de los ejes como combinaciones

⁵ Esta proporción fue hallada por medio del cociente entre la frecuencia de la especie “i” consumida y la frecuencia total de todas las especies consumidas.

lineales de las variables ambientales, y por tanto se muestra sólo la variación relacionada a dichas variables ambientales.

Las técnicas de ordenamiento suponen que existe: 1) una respuesta lineal de las especies de plantas a los gradientes ambientales, ó 2) una respuesta unimodal. Generalmente la respuesta unimodal puede ser un buen supuesto, pero para gradientes muy pequeños es más probable que exista una respuesta lineal (ter Braak y Šmilauer 2002). En este estudio se usó el Análisis de Correspondencia (AC), método indirecto que presume una respuesta unimodal, para analizar las relaciones entre la vegetación y las variables de clase (tipos de paisaje, manejo y épocas).

Para evaluar la significancia de las variables ambientales sobre la variación en los datos de vegetación, se usó la opción de Selección Prospectiva⁶ y la Prueba Monte Carlo (con 499 permutaciones) en un Análisis de Correspondencia Canónica. Un resumen de las técnicas de ordenamiento disponibles en el paquete estadístico CANOCO se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3 Esquema de las técnicas de ordenación ofrecidas por CANOCO y su forma de incluir los datos ambientales (directo o indirecto) y la supuesta respuesta de las especies a los gradientes ambientales (lineal o unimodal)

	Indirecto	Directo
Lineal	Análisis de Componentes Principales (ACP)	Análisis de Redundancia (ADR)
Unimodal	Análisis de Correspondencia (AC)	Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) ⁷
Sin tendencia	Análisis de Correspondencia sin Tendencia (ACsT)	Análisis de Correspondencia Canónica sin Tendencia (ACCsT)

Para interpretar la interacción entre los patrones de vegetación y las variables ambientales de clase (época seca y húmeda, tipo de paisaje Vega y Planicie ondulada) y explicativas (cobertura arbórea, carga animal, área del potrero y chapias) se aplicó el Análisis Parcial de Correspondencia Canónica (APCC). En todos los APCCs los valores de abundancia relativa fueron transformados usando logaritmos (Log_{10}) para amortiguar la influencia de especies dominantes. Para evaluar la selectividad de sitios de alimentación se incluyeron además como variables ambientales el tipo de transecto (Control y Vaca) y la

⁶ “Forward Selection” en inglés.

⁷ Se hizo ACC en forma parcial (APCC), ya que las variables ambientales no intervienen en la ordenación de las especies en el gráfico biplot, sólo muestran su tendencia y significancia dentro del modelo.

época (seca y húmeda). Para los análisis de datos de composición botánica disponible y selectividad animal a nivel de sitios de alimentación se realizó también un Análisis de Correspondencia Canónica.

Por otro lado, para identificar las especies asociadas a cada sitio se realizó un análisis de correspondencia (AC) utilizando como variables de clasificación a los sitios (potreros) y como variable de respuesta la frecuencia de observación de las diferentes especies. En el AC los potreros y su vegetación fueron ubicados en un gráfico biplot, el cual se preparó usando el programa CANOCO, versión 4,5 (ter Braak y Šmilauer 2002).

5.7.4 Análisis de Conglomerados⁸

El análisis de conglomerados se utilizó para descubrir si había semejanzas entre las combinaciones de tratamientos y épocas en cuanto a la selectividad animal de especies de plantas, en las frecuencias relativas de las especies en los transectos vaca, y en los datos de consumo de forraje corregidos por el tiempo dedicado a consumir. Estos análisis se hicieron con el paquete estadístico INFOSTAT (2003).

5.7.5 Análisis de varianza multivariado

Para detectar diferencias entre tratamientos, entre épocas y la posible interacción tratamientos x época en el consumo de forraje se hizo un análisis de varianza multivariado con la prueba de Wilks (Jonson y Wichern 1988), usando como vector multivariado la frecuencia de observación de consumo de diferentes especies presentes en los transectos vaca, corregida por el tiempo de consumo. Este análisis se hizo con el paquete estadístico INFOSTAT (2003).

⁸ “Clusters” es el término en inglés

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Cobertura y composición arbórea

La mayor cobertura arbórea (6,7%) se encontró para el Tratamiento Horro, seguido por el Tratamiento Leche (5,3%) y por último el Tratamiento Vega (3,9%) (Cuadro 4).

Cuadro 4 Porcentaje (%) de cobertura arbórea para cada tratamiento y desviación estándar para la cobertura total.

Tratamiento	Cerca Viva %	Árboles dispersos %	Cobertura Total %	Desviación Standard
Horro	1,0 (15) ^a	5,7 (85)	6,7	0,22
Leche	0,8 (15)	4,5 (85)	5,3	0,21
Vega	0,2 (5)	3,7 (95)	3,9	0,18

^a En paréntesis la contribución relativa de cercas y árboles dispersos a la cobertura arbórea total.

Cerca del 15% de la cobertura total en los tratamientos Horro y Leche está representada por árboles en cerca viva y el 85% restante por árboles dispersos, mientras que en el tratamiento Vega, las cercas vivas sólo representaban el 5% y los árboles dispersos el 95%. La mayor cobertura por árboles dispersos en los potreros coincide con la reportada por Villafuerte (1998) para potreros de Río Frío y La Fortuna, en el trópico húmedo de Costa Rica, donde el 73% de los árboles estaban distribuidos aleatoriamente en el potrero.

En el sistema doble propósito que se maneja en Muy Muy, el cual es la forma de producción bovina más común en América Central, los ganaderos permiten la regeneración natural de árboles en potreros con el fin de proporcionar sombra y alimento a los animales, así como para obtener productos maderables (Pezo e Ibrahim, 1996). La mayoría de los árboles presentes en los potreros son el resultado de la transformación del bosque a potreros efectuada por el hombre, y la regeneración natural a partir de árboles madre, antes que producto de la siembra de árboles en pasturas ya existentes.

La composición arbórea es similar para los potreros estudiados en las planicies onduladas (los tratamientos Horro y Leche). En estos se identificaron nueve especies como las más frecuentes, a saber: el genízaro (*A. saman*), el carao (*C. grandis*), el jiñocuavo (*B. simaruba*), el laurel (*C. alliodora*), el guanacaste (*E. cyclocarpum*), el guácimo (*G. ulmifolia*), el chaperno (*L. parviflorus*), el jobo (*S. bombin*) y el roble macuelí (*T. rosea*). En cambio, en el Tratamiento Vega las principales especies fueron seis: la acacia (*A. pennatula*), el genízaro, el sangregao (*C. draco*), el guanacaste, el guácimo, y el capulín (*M. calabura*). (Cuadro 5).

Cuadro 5 Contribución relativa (%) de las especies más frecuentes en la composición arbórea (aporte mayor al 72%)

Nombre Común	Especie	Tratamiento		
		Horro	Leche	Vega
Acacia	<i>Acacia pennatula</i>	0,03	-	10,05
Genízaro	<i>Albizia saman</i>	7,91	8,44	14,50
Jiñocuavo	<i>Bursera simaruba</i>	5,69	4,07	2,57
Carao	<i>Cassia grandis</i>	11,33	19,77	4,54
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	5,65	3,59	1,17
Sangregao	<i>Croton draco spp panamensis</i>	-	-	5,79
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	11,72	1,38	11,03
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	15,43	11,76	20,83
Chaperno	<i>Lonchocarpus parviflorus</i>	3,48	6,57	2,58
Capulín	<i>Muntingia calabura</i>	-	0,22	7,90
Jobo	<i>Spondias mombin</i>	5,12	1,91	1,02
Roble Macuelí	<i>Tabebuia rosae</i>	6,40	15,15	2,83
Total aportado por especies más frecuentes, %		72,75	72,85	84,82

La mayoría de estas especies son una fuente importante de forraje durante la época seca, cuando la biomasa herbácea disponible – mayormente de gramíneas – es de baja calidad (Lowry, 1995); por tanto, la presencia de leñosas en el potrero aumenta la disponibilidad de forraje. Las especies genízaro, carao, guanacaste, guácimo y capulín producen frutos que son consumibles por el ganado, y éstos están disponibles mayormente durante la época seca, contribuyendo de manera importante al mantenimiento de los animales.

6.2 Vegetación herbácea disponible para las vacas

La composición botánica de la vegetación herbácea en los sitios de vegas fue diferente a la de las planicies onduladas, tanto en época seca ($p = 0,002$) como en húmeda ($p = 0,002$). En las vegas se identificaron dos especies como dominantes, el pasto Asia (*Panicum maximum*) y *Blechnum pyramidatum*, y entre ellas aportan más del 54% de la cobertura total en ambas épocas. La diversidad de especies es mayor en las planicies onduladas, siendo las especies más frecuentes las gramas comunes (*Paspalum notatum*, *P. conjugatum*), la fructicosa (*Oxalis corniculata*), el *B. pyramidatum*, la flor amarilla (*Baltimora recta*), la grama de conejo (*Oplismenus burmannii*), el jaragua (*Hyparrhenia rufa*), el zacatón (*P. virgatum*) y otras especies que sólo aportan cerca del 4% cada una (Cuadro 6 y Figura 3).

Cuadro 6 Listado de especies que contribuyen en más del 67% de la cobertura de los potreros en cada uno de los tratamientos y épocas.

Nombre común	Nombre científico	Tipo de paisaje Planicies onduladas				Tipo de paisaje Vegas de ríos	
		Tratamiento Horro		Tratamiento Leche		Tratamiento Vega	
		% Seca	% Húmeda	% Seca	% Húmeda	% Seca	% Húmeda
Gramma común	<i>Paspalum notatum</i>	9,7	13,1	16,5	11,9	2,8	0,0
Fructicosa	<i>Oxalis corniculata</i>	9,5	1,3	0,5	1,5	0,3	0,2
Blechum1	<i>Blechum pyramidatum</i>	8,1	6,9	12,0	8,1	14,7	12,6
Flor amarilla	<i>Baltimora recta</i>	8,1	9,4	0,8	1,8	0,2	1,6
Gramma común	<i>Paspalum conjugatum</i>	6,4	5,5	12,2	4,6	2,0	1,0
Gramma de conejo	<i>Oplismenus burmannii</i>	4,6	2,1	0,2	1,7	1,5	0,5
S.N.C.*	<i>Desmodium distortum</i>	2,6	2,1	4,2	4,1	0,9	0,9
Jaragua	<i>Hyparrhenia rufa</i>	2,6	3,5	7,4	3,2	0,3	0,0
Asia	<i>Panicum maximum</i>	2,6	1,3	0,9	2,2	40,3	47,2
Angleton	<i>Dichanthium aristatum</i>	2,6	2,3	0,8	3,8	0,0	0,0
S.N.C.	<i>Cyperus sp.</i>	2,5	1,2	2,4	1,7	1,6	2,6
Gramma común	<i>Panicum sp.</i>	2,5	5,6	0,1	4,0	0,0	2,0
S.N.C.	<i>Blechum3 sp.</i>	2,4	1,2	4,0	1,0	4,8	3,1
Zacatón	<i>Paspalum virgatum</i>	2,3	2,3	6,8	5,2	1,9	1,3
Estrellita blanca	<i>Dichromena ciliata</i>	2,0	7,1	1,5	6,6	0,2	0,5
Pasto estrella	<i>Cynodon plectostachyus</i>	1,7	0,3	4,4	0,7	5,7	3,9
Gramma común	<i>Melinis sp.</i>	1,7	0,0	1,0	0,0	1,3	0,0
Pico de pájaro	<i>Senna obtusifolia</i>	1,6	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
Bola blanca	<i>Hyptis capitata</i>	1,5	0,1	0,3	0,3	0,1	0,5
Escoba lisa	<i>Sida acuta</i>	1,4	2,2	1,0	0,9	3,5	3,0
Umamda	<i>Indigofera jamaicensis</i>	1,1	1,9	0,6	0,9	0,2	0,1
Pasto peludo	N.I.**	0,2	2,1	0,8	2,9	0,4	3,5
S.N.C	<i>Blechum2 sp.</i>	0,4	0,2	1,9	0,3	3,1	0,0
Total %		78,0	72,0	80,3	67,7	85,9	84,6

* S.N.C.: Sin nombre común ** N.I.: No Identificada

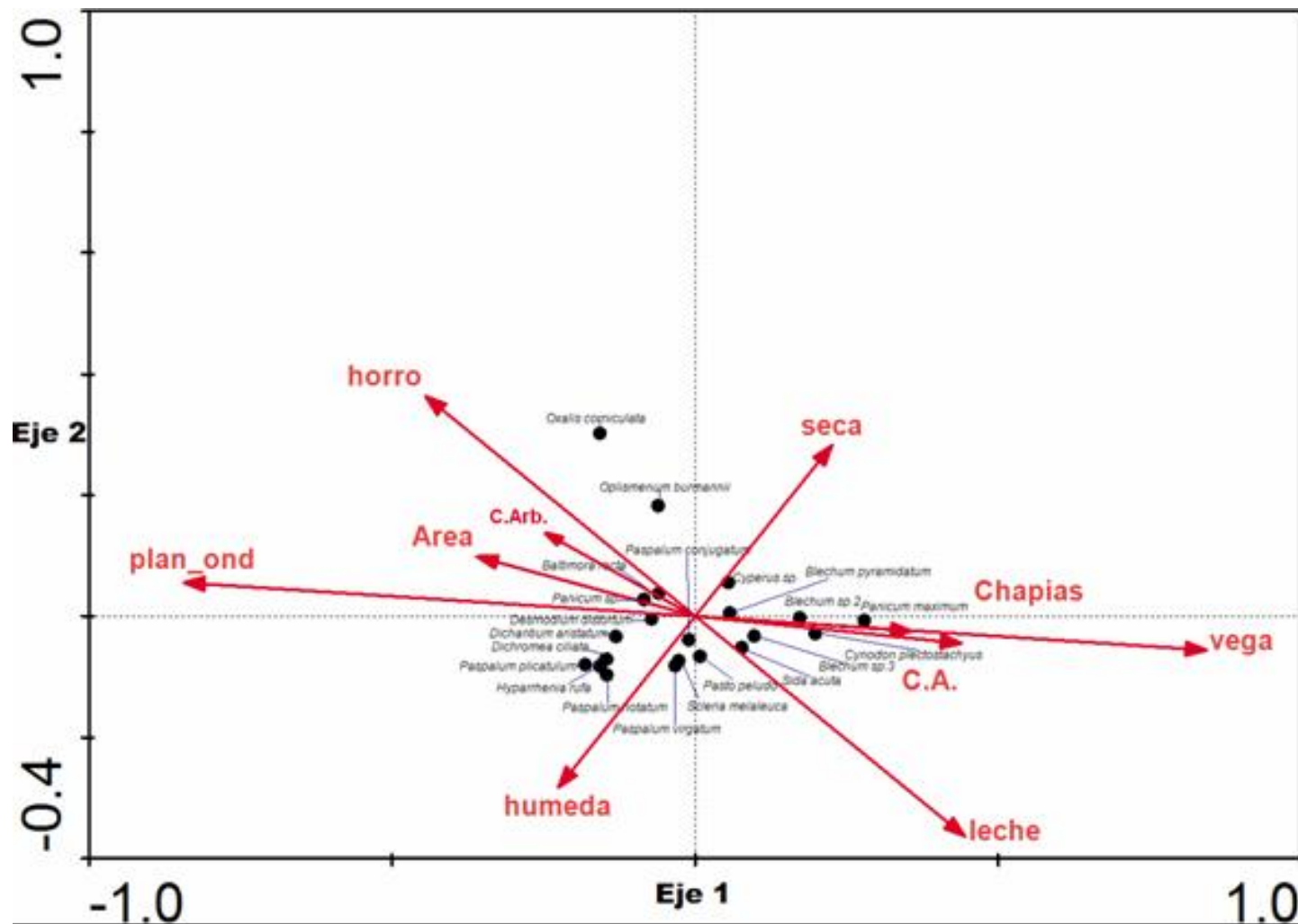


Figura 3 Arreglo Biplot del AC para las especies que cubren más del 67% en cada tratamiento.

Los suelos en las vegas tienen origen aluvial y son más fértiles que los de las planicies onduladas, que no tienen aporte de limo por parte de los ríos (Aráuz, 2005). Además, en octubre de 1998 hubo inundaciones en las vegas a causa del huracán Mitch, donde no sólo se depositó material de suelo y materia orgánica, sino que aparentemente también semillas del pasto Asia (*P. maximum*), pues de acuerdo con la información suministrada por los productores, éste pasto no estaba presente en dichos potreros antes del huracán. La composición botánica de los potreros del tratamiento Horro varió con las épocas ($p = 0,002$). Los 8 campos evaluados en época seca se separan de los evaluados en época húmeda (Cuadro 7). Además, la composición botánica en estos sitios fue diferente a lo observado en ambas épocas en los potreros del tratamiento Leche en la Planicie ondulada, y en la época húmeda para el tratamiento Horro en ese mismo tipo de paisaje. Estos sitios están muy relacionados a las variables ambientales época seca y cobertura arbórea (C.Arb.) (Figura 4 y Cuadro 4).

Cuadro 7 Análisis parcial de correspondencia canónica (APCC) para las variables ambientales, obtenidas con una prueba de simulación Monte Carlo (499 permutaciones) para todos los tratamientos

Variable ambiental	F_{value}	P_{value}
Tipo de paisaje (Vega y Planicie ondulada)	7,634	0,002
Tipo de manejo (Leche y Horro)	4,298	0,002
Época de muestreo (Seca y Húmeda)	3,693	0,002
Carga Animal (CA)	3,598	0,002
Área del potrero (Area)	2,814	0,002
Chapias	2,682	0,002
Cobertura arbórea (C.Arb.)	2,450	0,030

La importancia relativa de las variables ambientales se puede ver en la Figura 4, tomando como criterio la magnitud de las flechas (longitud). La dirección indica su relación con los ejes principales y con otras variables que tengan la misma dirección.

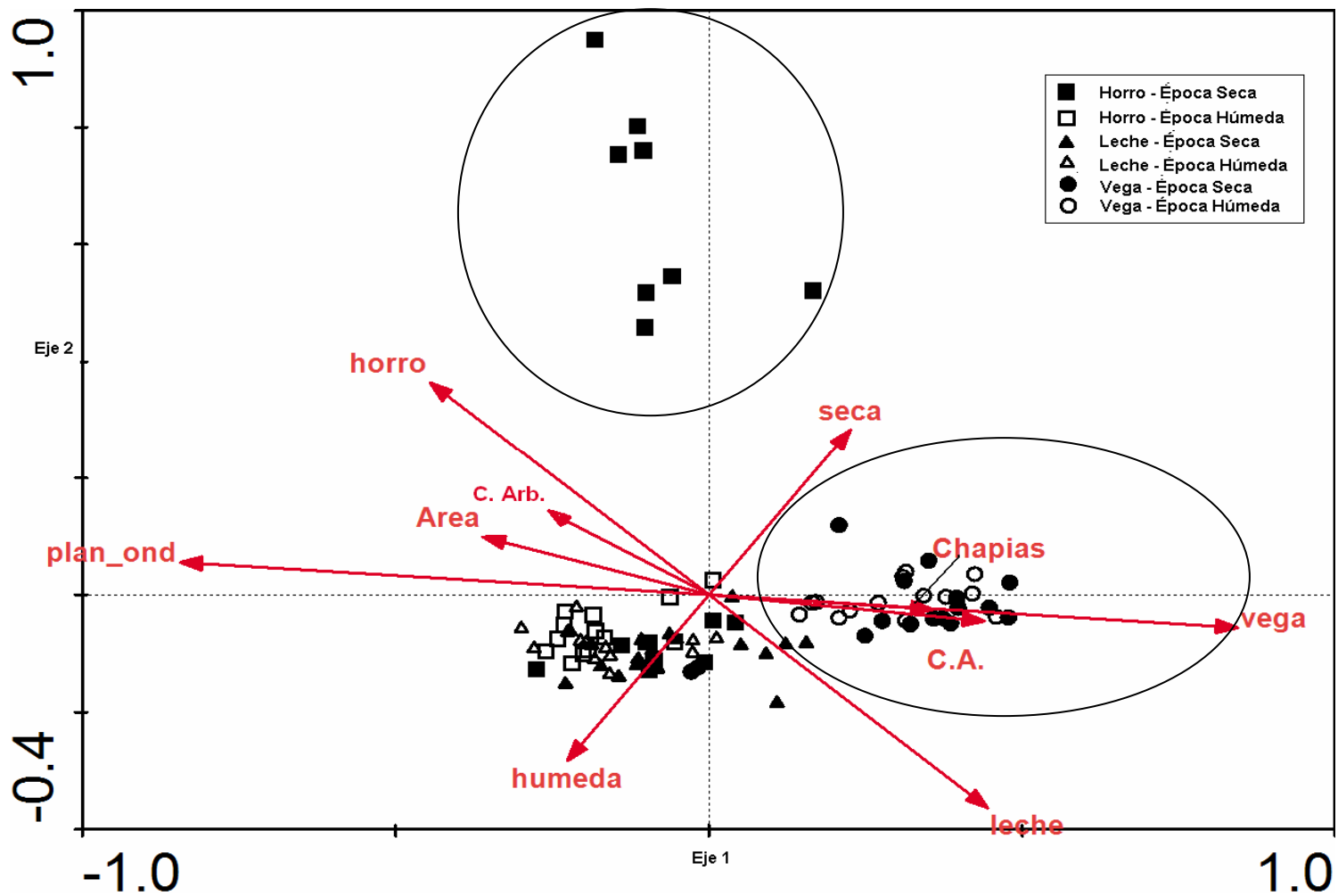


Figura 4 Ordenación biplot del AC para los 24 potreros muestreados, que en total muestran 94 puntos en el grafico.

Los cuatro ejes canónicos (con las respectivas variables asociadas) que arroja el APCC explican en conjunto el 81% de la relación entre especies presentes y variables ambientales, y la contribución de cada uno de ellos es del 38%, 17%, 15% y 11%, respectivamente. En los gráficos sólo se representan los dos primeros ejes, ya que son los que mas importancia tienen para el modelo., El eje principal (eje 1) representa el tipo de paisaje (Planicie ondulada y Vega), que tiene un valor propio de 0,274 y muestra una alta correlación entre especies y ambiente (92%). El segundo eje representa la época (Seca y Húmeda), el valor propio de este eje es 0,126 y muestra también alta correlación entre especies y ambiente (81%). El tipo de manejo (Horro y Leche) está mas relacionado con el eje 3, el cual tiene un valor propio de 0,112 y presenta una correlación entre especies y ambiente del 80%. El cuarto eje está relacionado con la carga animal (CA), este eje tiene un valor propio 0,078 y tiene una correlación entre especies y ambiente del 81%. Las otras tres variables ambientales que se observan en la Figura 4 (área del potrero, cobertura arbórea y chapias) explican el 19% restante de la relación entre especies y ambiente. Éstas últimas variables son poco importantes en magnitud, pero resultaron significativas en la prueba de Monte Carlo (Cuadro 7).

En los potreros del tratamiento Vega predomina el pasto Asia (*P. maximum*), que es un pasto de buena calidad y exigente en nutrientes, su hábito de crecimiento es erecto, lo cual lo beneficia para competir con especies rastreras, y al estar a pleno sol su crecimiento es más acelerado. Por otro lado al haber una carga animal (C.A) más alta en el tipo de paisaje Vega (Figura 4), que en los otros dos tratamientos situados en planicie ondulada, se estima que hay una mayor defoliación del pasto Asia, por lo cual es necesario que los productores den suficiente tiempo de descanso entre pastoreos, para que la especie se pueda recuperar. Ya que el promedio de días de descanso para los potreros en vegas durante la época seca es de 17 días, los cuales no son suficientes para una adecuada recuperación del pasto Asia.

Los días de descanso promedio en época lluviosa para los tratamientos Horro, Leche y Vega son 19, 21 y 24, respectivamente y en época seca para Horro y Leche son: 14 y 17, respectivamente. Con estos datos se corrobora que hay un manejo inadecuado del tiempo de pastoreo, ya que estos periodos de descanso no ayuda a los rebrotes de ninguna de las especies presentes en los potreros.

En cuanto al paisaje de planicies onduladas, se observaron diferencias para el tipo de manejo entre el tratamiento Horro y el tratamiento Leche ($p = 0,002$). También se encontraron diferencias entre épocas ($p = 0,002$) (Cuadro 8 y Figura 5).

Cuadro 8 Análisis parcial de correspondencia canónico (APCC) para las variables ambientales, obtenidas con una prueba de simulación Monte Carlo (499 permutaciones) para el tipo de paisaje Planicie ondulada.

Variable ambiental	F _{value}	P _{value}
Época (Seca y Húmeda)	3,50	0,002
Tipo de manejo (Leche y Horro)	2,75	0,002
Carga Animal (CA)	2,45	0,002
Cobertura arbórea (C.Arb.)	1,62	0,03
Área del potrero (Area)	1,60	0,018
Chapias	1,55	0,04

Los efectos de cobertura arbórea y el área de los potreros también fueron significativos ($p = 0,03$ y $0,018$, respectivamente) (Cuadro 8). Estas variables ambientales estuvieron más relacionadas con el tratamiento Horro (Figura 5). Al haber mayor cobertura arbórea en los potreros del tratamiento Horro, se espera que sea menor la evapo-transpiración de la vegetación herbácea durante la época seca, y que disminuya también la pérdida de humedad del suelo por desecamiento; todo ello ocasiona una mayor disponibilidad de biomasa bajo el dosel de los árboles en dicha época. Además, en esos potreros hay muchas especies herbáceas no gramíneas (Cuadro 5 y Figura 4), que tienen buena capacidad para utilizar la energía solar y producir alta cantidad de biomasa en corto tiempo (Sierra y Arcila, 2002). En los potreros de los tratamientos Horro y Leche situados en planicies onduladas, una especie muy abundante es el guácimo (Cuadro 5), el cual es caducifolio y permite el paso de suficiente luz y al perder sus hojas en la época seca deposita mucha materia orgánica sobre el suelo, mejorando su calidad y protegiéndolo contra la desecación.

Los sitios en el tratamiento Horro tienen menor carga animal ($0,8$ UA/Mz) que los sitios de los tratamientos Leche ($1,1$ UA/Mz) y Vega ($1,7$ UA/Mz) (Figura 5), lo cual debe haber resultado en menor compactación, mejor capacidad de aireación e infiltración de agua en el suelo, lo que conlleva a un mejor crecimiento de las plantas (Sierra y Arcila, 2002).

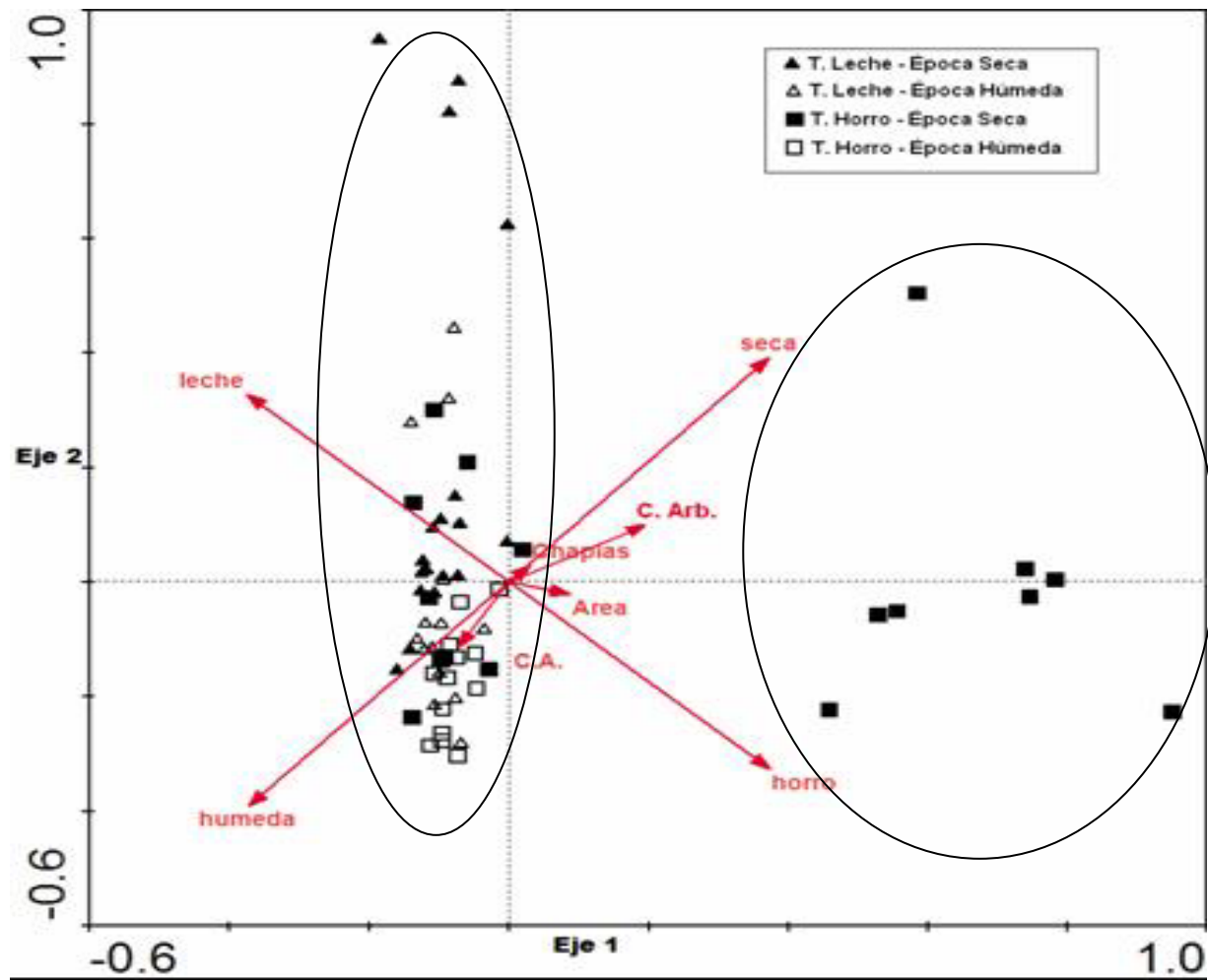


Figura 5 Arreglo biplot del AC para los 16 potreros muestreados en planicies onduladas, que en total muestran 64 puntos en el gráfico.

6.3 Selectividad a nivel de sitios de alimentación

En los potreros del tratamiento Horro, la composición botánica de los sitios escogidos por las vacas para alimentarse (Transectos Vaca) varió entre las épocas ($p = 0,006$); en cambio en los potreros de los tratamientos Leche y Vega no hubo diferencias significativas entre época seca y lluviosa (Cuadro 9).

Cuadro 9 Análisis parcial de correspondencia canónica (APCC) para los Transectos Control y Vaca, obtenidas con una prueba de simulación Monte Carlo para cada uno de los tratamientos (499 permutaciones)

Tratamiento	Entre épocas seca y lluviosa		Dentro de Época seca		Dentro de Época lluviosa	
	F _{value}	P _{value}	F _{value}	P _{value}	F _{value}	P _{value}
Horro	2,33	0,006	3,84	0,002	0,951	0,542
Leche	1,12	0,23	1,29	0,12	0,82	0,75
Vega	1,10	0,31	1,062	0,352	1,114	0,344

En la época seca, los animales que pastoreaban los potreros del tratamiento Horro escogieron sitios de alimentación con composición botánica similar a los escogidos por los animales en época húmeda (Figura 6). Esto se debe a que al haber menor disponibilidad y calidad de pastos en la época seca, los animales tienen que buscar sitios de alimentación con pasturas de mejor calidad, que les permitan maximizar la concentración de nutrientes en la dieta (Belovsky, 1984 y Pyke, 1984).

Como se indicó anteriormente, en los potreros del tratamiento Horro se presentó la mayor cobertura arbórea y fue allí donde se detectaron diferencias significativas entre épocas y durante la época seca ($p = 0,002$) en cuanto a la selección de sitio, siendo los sitios más seleccionados aquellos que presentaban una mayor cobertura arbórea (6,7%). Además, se espera que en estos sitios el forraje fue de mejor calidad, ya que el contenido de proteína cruda y la energía metabolizable bajo el dosel muestran una tendencia a incrementarse, comparado con pastos que crecen en monocultivo (Andrade e Ibrahim, 2001).

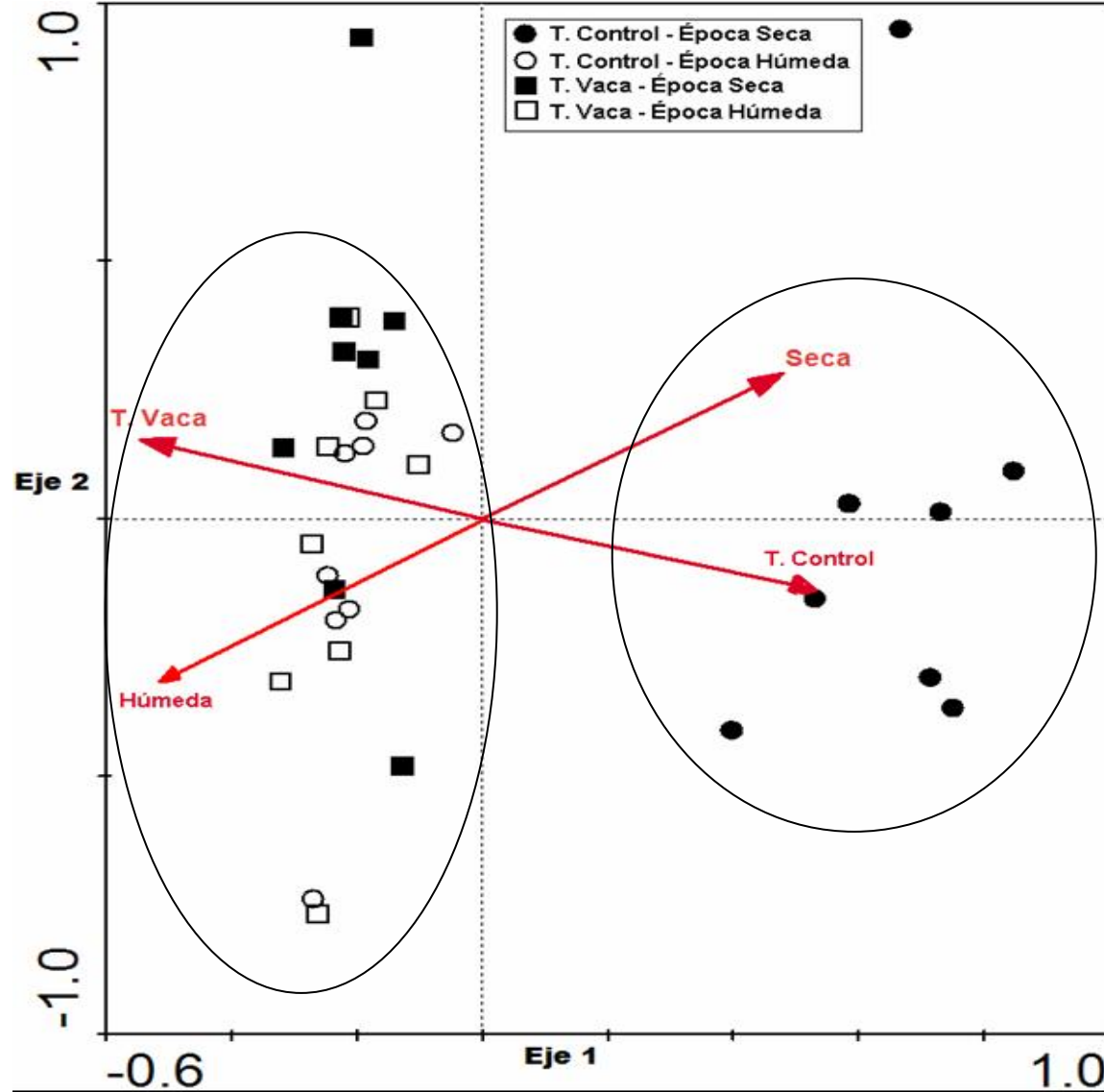


Figura 6 Arreglo biplot del AC para los 8 potreros muestreados en el tratamiento Horro, que en total muestran 32 puntos en el grafico.

El análisis de conglomerados para selección por sitios de alimentación mostró que los sitios seleccionados por los animales (Transecto Vaca) en el tratamiento Vega fueron similares en ambas épocas; que los sitios seleccionados por los animales en época seca fueron similares en los tratamientos Horro y Leche, y lo mismo ocurrió en época húmeda (Figura 7). Cabe anotar sin embargo, que la composición botánica de los sitios seleccionados en los potreros del tratamiento Vega fue diferente a los sitios seleccionados en los tratamientos Horro y Leche, debido posiblemente a su mayor fertilidad, composición botánica dada por la dominancia de especies tales como pasto Asia (*P. maximum*) y *B. pyramidatum*, lo que contrasta con los sitios seleccionados en los otros dos tratamientos, donde predominan las gramas nativas (Figura 7 y Cuadro 4).

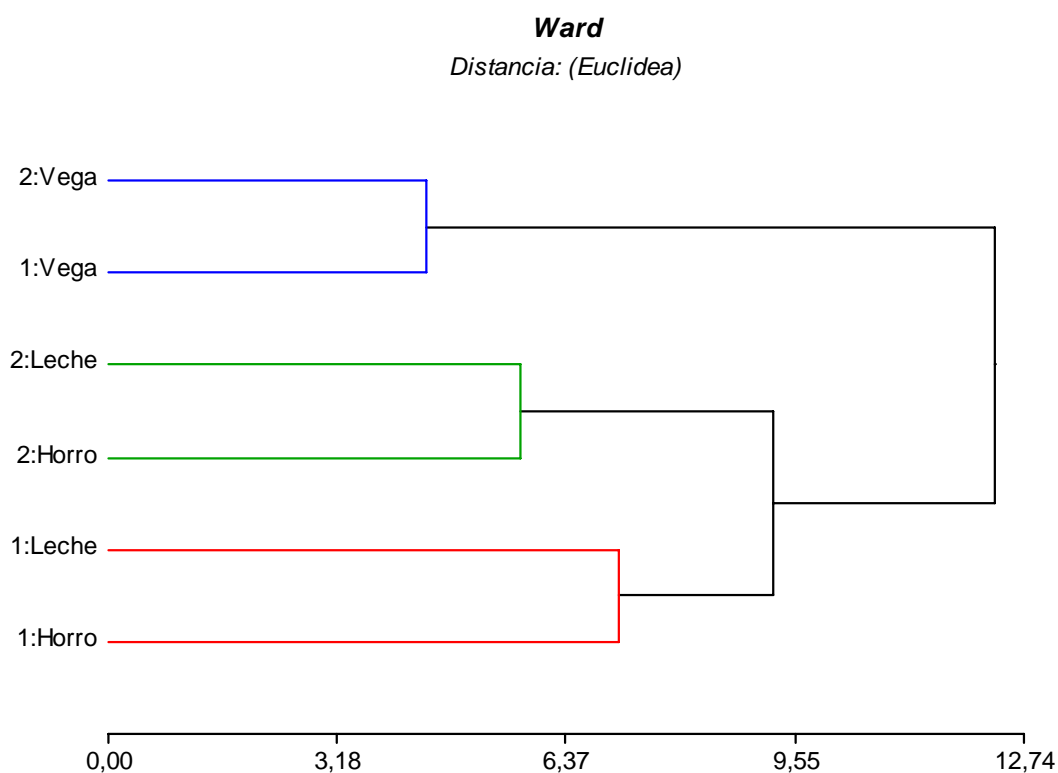


Figura 7 Dendrograma de un análisis de conglomerados para ver semejanzas entre sitios de alimentación en los tres tratamientos (El número 1 representa época seca y el 2 la época húmeda)

Las vacas del grupo Horro seleccionaron sitios donde predominaban *P. notatum*, *P. conjugatum*, *D. ciliata*, *B. pyramidatum* y *P. virgatum* (Cuadro 10). Durante la época seca las vacas seleccionaron sitios (Transecto Vaca) con composición botánica similar a los

encontrados en los transectos Control y Vaca en época húmeda (Figura 6). Esto se debe posiblemente a que las vacas buscan alimento con suficiente biomasa y buena calidad, el cual encuentran en sitios relacionados con la cobertura arbórea (Figura 5), ya que la sombra protege y mantiene en cierta medida la disponibilidad de forraje bajo su dosel, y además, hay bastantes frutos disponibles durante ésta época para el consumo, especialmente de *G. ulmifolia* y *E. cyclocarpum*. Esto también puede estar dado a que en el tratamiento Horro hay una menor carga animal (0,8 UA. Mz⁻¹), lo que les permite a los animales tener menos competencia entre sí y de ésta manera tienen mayor oportunidad para seleccionar sitios según sus necesidades y preferencias. Esto puede deberse también a que los animales del tratamiento Horro pastoreaban en potreros con áreas más grandes y con una mayor heterogeneidad espacial que los de los tratamientos Leche y Vega, lo que amplió su posibilidad de encontrar sitios con características más favorables.

Cuadro 10 Especies más importantes presentes en cada tipo de transecto y en cada época de muestreo dentro de los potreros del tratamiento Horro y su respectiva cobertura (%)

Nombre Común	Especies	Cobertura en cada tipo de transecto (%)			
		Vaca Seco	Control Seco	Vaca Húmeda	Control Húmeda
Gramma Común	<i>Paspalum notatum</i>	19,3	0,5	13,6	12,7
Gramma Común	<i>Paspalum conjugatum</i>	11,6	1,3	6,2	4,8
S.N.C.	<i>Blechnum pyramidatum</i>	5,6	10,7	7,2	6,6
Jaragua	<i>Hyparrhenia rufa</i>	4,9	0,3	4,8	2,2
Zacatón	<i>Paspalum virgatum</i>	4,5	0	2,3	2,4
Angleton	<i>Dichanthium aristatum</i>	4	1,1	2	2,7
Estrellita blanca	<i>Dichromena ciliata</i>	3,5	0,6	7,8	6,4
Navajuela	<i>Scleria melaleuca</i>	1,7	0	2,4	1,6
Gramma de conejo	<i>Oplismenus burmannii</i>	0,5	8,7	2,2	1,9
Pasto peludo	N.I.	0,3	0	2,6	1,6
Calopo	<i>Calopogonium muconoides</i>	0,3	0,15	2,4	1,5
Fruticosa*	<i>Oxalis corniculata</i>	0,2	19,1	1,6	0,9
Zacate cola de burro	<i>Paspalum plicatulum</i>	0	0,1	8,6	8,6
Desconocido (hoja partida)	N.I.**	0	10,8	0	0

En negrilla se resalta la similitud de valores por cada tipo de transecto;

La sombra tiene un efecto más marcado sobre las plantas forrajeras tipo C₄ que sobre las especies tipo C₃, como son las gramíneas de zona templada, las leguminosas y especies de hoja ancha (Sanderson *et al.* 1997). Esto explica la presencia de especies del tipo C₃ encontradas en los sitios seleccionados en época seca por las vacas (Transecto vaca) en el tratamiento Horro (6,7% de cobertura arbórea) (Cuadro 10). Tal es el caso de *Blechnum*

pyramidatum (6%) y de especies tipo C₄ como el *P. conjugatum* (11,6%) y *P. notatum* (19,3%) los cuales han mostrado alta tolerancia a la sombra, como lo afirman los trabajos de Wong (1991), Guevara *et al.* (1996) y Zelada (1996). Además, según un estudio de Kaligis y Sumolang (1991) el *P. notatum* presenta alta persistencia y capacidad de rebrote después del pastoreo, lo que puede explicar en parte su alto porcentaje en la composición botánica de estos potreros.

Los sitios con menor cobertura arbórea como es el caso del tratamiento Vega (3,9% de sombra) (Cuadro 4) mostraron un mayor porcentaje de gramíneas tropicales del tipo C₄, *Panicum maximum* (38,19%), *Paspalum notatum* (5%) y *Cynodon plectostachyus* (4,75%) durante la época seca y *Panicum maximum* (48,62%) durante la época húmeda.

La preferencia de los animales por una cierta comunidad de especies (sitios de alimentación) determina el tiempo que gasta una animal en un área determinada del potrero, así obtienen la mayor cantidad de nutrientes del sitio (Stüth, 1991).

6.4 Selectividad a nivel de especies

Con base en la selectividad, las especies han sido clasificadas en cuatro categorías, de acuerdo a su nivel de preferencia. Las especies altamente seleccionadas son muy palatables, lo cual se evidencia por que su contribución relativa a la dieta supera a la encontrada en la biomasa disponible en el transecto vaca. Las especies medianamente apetecibles y las especies neutras son especies que mantienen el volumen de la dieta, ya que son las que mayores aportes hacen a la misma. Por último se encuentran las especies rechazadas, las cuales quizás sean consumidas en períodos críticos, cuando el alimento es muy escaso o de muy baja calidad, o se consumen por accidente, conjuntamente con especies más palatables. Algunas de éstas, pueden ser perjudiciales para el animal, si es que contienen sustancias tóxicas (Stüth, 1991).

6.4.1 Tratamiento Horro

Especies altamente preferidas por el ganado

Hubo tres especies altamente preferidas en la época seca, de las cuales dos son leñosas (*E. cyclocarpum* y *G. ulmifolia*) y la otra es una gramínea (*Melinis* spp.). En cambio, cinco especies fueron muy seleccionadas en la época húmeda, una gramínea (*Paspalum virgatum*) que en época seca presenta un IS de 2,3 (medianamente preferida) y aumenta a 2,6 en época

húmeda (Cuadro 11). Dos fueron leñosas (*Mimosa albida* y Matorral (N.I.⁹)) y dos herbáceas (*Ipomoea hederifolia* y *Achyranthes aspera*). Este cambio en la selectividad en función de la época del año ha sido evidenciado en estudios realizados por Jansson (2001); Brundin y Karlsson (1999) y Skarpe *et al.* (2000), quienes reportaron que especies del genero *Acacia* fueron encontradas palatables durante la época de lluvias, pero no durante la época seca cuando han perdido las hojas que son consumidas por los animales.

Cuadro 11 Especies altamente preferidas (IS > 2,5) en el tratamiento Horro, su participación (%) en el transecto Vaca y en la Dieta (P= perenne, A= anual, L= leñosa, G= gramínea, H= herbácea, NI= no identificada, SNC= sin nombre común)

Ciclo*	Tipo**	Nombre Científico	Nombre Común	Época Seca			Época Húmeda		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
P	L	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	10,1	0,04	0,4	0,0	0,0	0,0
P	L	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	7,2	0,3	1,8	1,3	0,1	0,2
A	G	<i>Melinis</i> sp.	S.N.C.****	3,0	2,2	6,6	0,0	0,0	0,0
P	G	<i>Paspalum virgatum</i>	Zacatón	2,3	4,5	10,5	2,6	2,3	6,0
P	L	<i>Mimosa albida</i>	Zarza gato	1,6	0,0	0,0	6,2	0,01	0,1
A	H	<i>Ipomoea hederifolia</i>	Batatilla	0,9	0,1	0,1	2,5	0,2	0,4
P	L	N.I.***	Matorral	0,6	0,03	0,02	6,7	0,01	0,1
P	H	<i>Achyranthes aspera</i>	Picha de gato	0,04	0,4	0,02	2,8	0,1	0,2
Total %					7,60	19,50		2,66	6,94

En negrilla se resalta las especies más importantes por su IS.

Estos cambios se pueden explicar reconociendo que el índice de selectividad es un atributo relativo, pues está en función de las oportunidades que el animal tiene para seleccionar, y la presencia de ciertos órganos de la planta que responden a cambios fenológicos estacionales. Por ejemplo, los frutos de *E. cyclocarpum* y *G. ulmifolia* que son bien apetecidos por el ganado sólo están disponibles durante la época seca, además que el follaje de dichas especies se mantiene verde en la época seca, cuando la mayoría de gramíneas ya están senescentes. .

El consumo de *E. cyclocarpum* fue exclusivamente de frutos, pues el follaje no fue consumido por el ganado en ninguna época, mientras que en el caso de *G. ulmifolia*, durante la época seca los frutos representaron el 65% y las hojas el 35% de las porciones de la planta consumidas; en cambio en época húmeda los animales sólo consumieron el follaje. Ambas son especies muy preferidas por los animales, sobre todo en época seca, pero tienen poca

⁹ N.I.: Nombre científico no identificado.

participación en la dieta (apenas un 2,2%). Esto tiene que ver con la disponibilidad de estas especies en los potreros, ya que en época seca se observaron en total un 0,34% en el transecto vaca y apenas 0,1% en época húmeda. La tercera especie más seleccionada en época seca (*Melinis* spp.) es la que más aporta a la dieta (6,6%), pero en la época húmeda no fue observada en el transecto, ni tampoco fue consumida (Cuadro 11).

Especies medianamente preferidas o de mantenimiento

Entre las especies medianamente preferidas por el ganado en la época seca se encontraron dos leñosas: *Acacia cornigera* y *Combretum fruticosum* con IS de 2,4 y 1,9, respectivamente. El follaje de éstas aportó el 2,5% de la dieta, pero las mismas aparecieron como Rechazadas (IS = 0,2 y 0,1, respectivamente) y su aporte a la dieta fue mínimo (0.03% cada una) durante la época húmeda (Cuadro 12). Con frecuencia las chapias se realizan a finales del período de lluvias y van dirigidas hacia la *A. cornigera*, por lo que en el período seco hay rebrote suficiente y de buena calidad, y de esa manera es consumida por los animales.

En esta clasificación aparecen como seleccionadas cinco especies herbáceas (H), de las cuales cuatro son seleccionadas en época seca y una sola en época húmeda, aportando a la dieta tan sólo el 0,11%. Cuatro especies de gramíneas (G) aparecen en esta clasificación para época seca, mientras que para época húmeda son seis las especies seleccionadas (Cuadro 12).

En esta clasificación se encuentran las especies que más aportan a la dieta, ya que las gramíneas del género *Paspalum* aportaron a la dieta con el 48% en época seca, y su contribución es aún mayor (56%) en época lluviosa (Cuadro 12).

Cuadro 12 Especies medianamente preferidas en el tratamiento Horro, su participación (%) en el transecto Vaca y en la Dieta^a.

Ciclo	Tipo	Nombre Científico	Nombre Común	Época Seca			Época Húmeda		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
P	L	<i>Acacia cornigera</i>	Cornizuelo	2,4	0,43	1,02	0,2	0,16	0,03
P	H	<i>Serjania sp.</i>	S.N.C. ^b	2,3	0,51	1,18	0,2	0,37	0,07
P	H	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Siratro	2,1	0,03	0,06	0,0	0,00	0,00
P	L	<i>Combretum fruticosum</i>	Papamiel	1,9	0,77	1,45	0,1	0,46	0,03
P	G	<i>Panicum maximum</i>	Asia	1,8	3,15	5,67	1,7	1,26	2,17
P	H	<i>Serjania atrolineata</i>	S.N.C.	1,6	1,82	2,83	0,2	0,77	0,19
P	G	<i>Cynodon plectostachyus</i>	Pasto estrella	1,5	2,36	3,63	1,8	0,37	0,66
P	G	<i>Hyparrhenia rufa</i>	Jaragua	1,5	4,88	7,16	1,7	4,77	7,97
P	G	<i>Paspalum notatum</i>	Gramma común	1,5	19,33	28,18	1,9	13,60	26,25
A	H	<i>Blechum2 sp.</i>	S.N.C.	1,5	0,07	0,11	0,0	0,00	0,00
A	G	<i>Dichantium aristatum</i>	Angleton	0,8	3,98	3,07	1,3	1,98	2,65
P	H	<i>Teramnus uncinatus</i>	S.N.C.	0,0	0,02	0,00	2,4	0,04	0,11
P	G	<i>Paspalum plicatulum</i>	Cola de burro	0,0	0,00	0,00	1,8	8,61	15,90
Total					37,35	54,35		32,41	56,02

^a En negrita se resaltan las especies más importantes por su IS

^b SNC = Sin nombre común

Especies neutras y rechazadas

En la época seca se detectaron 10 especies neutras, de las cuales siete son herbáceas, una gramínea y dos leñosas. Estas aportan a la dieta en conjunto el 19%, mientras que en la época húmeda sólo se presentaron siete especies neutras (cuatro herbáceas y tres gramíneas), las cuales aportaron el 30% de la dieta (Cuadro 13). Estas especies cumplen una función de mantenimiento dentro de la dieta (Stüth, 1991), y de no estar disponibles, posiblemente el animal consumiría otras especies que en este estudio presentaron índices de selectividad bajos.

Cuadro 13 Tipos de plantas Neutras y Rechazadas en el tratamiento Horro.

Tipo de especies	Neutras		Rechazadas	
	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda
Herbáceas	7	4	26	25
Gramíneas	1	3	1	2
Leñosas	2	0	8	7
Total de especies	17		41	
% Dieta	19,1	30,4	7,2	7,1
% Trans. Vaca	25,2	31,5	30,0	33,6

Por otro lado las especies rechazadas representan casi la tercera parte de la cobertura observada en los transectos Vaca durante las dos épocas. Sin embargo, al ser muy poco o no

consumidas, ellas aportan un porcentaje muy bajo a la dieta (menos del 8% entre todas) (Cuadro 13). Las razones por las que son rechazadas estas especies pueden ser diferentes, tales como su baja palatabilidad, altos contenidos de fibra, presencia de defensas químicas tales como los taninos, alcaloides o sustancias urticantes, o de defensas físicas como las espinas, lo que evita el consumo del ganado. Sin embargo, varias de ellas pueden cumplir una función de sobrevivencia, ya que son consumidas en casos extremos cuando no hay otro tipo de forraje disponible (Stuth, 1991). Las listas de las especies neutras y rechazadas en el tratamiento Horro se presentan en el Anexo 2.

6.4.2 Tratamiento Leche

Especies altamente preferidas por el ganado

Las especies muy seleccionadas en el tratamiento Leche en época seca fueron nueve, de las cuales siete fueron leñosas, una gramínea y una herbácea (Cuadro 14). En el caso de *G. ulmifolia* el 55% de lo consumido estuvo representado por los frutos y el resto por follaje, mientras que en el caso de las demás especies leñosas el consumo fue de sólo follaje. Entre las gramíneas, el más alto IS lo tuvo el *P. notatum* (2,2), mientras que *P. maximum* y *Hyptis* sp. fueron muy seleccionadas, pero sus IS fueron mucho menores que los de las leñosas.

Cuadro 14 Especies altamente preferidas (IS > 2,5) en el tratamiento Leche, su participación (%) en el transecto Vaca y en la Dieta.^a

Ciclo	Tipo	Nombre Científico	Nombre Común	Época Seca			Época Húmeda		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
P	L	<i>Cassia grandis</i>	Carao	9,6	0,01	0,1		0,10	
P	L	<i>Bursea simaruba</i>	Jiñocuavo	5,5	0,01	0,1			
P	L	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	5,0	0,47	2,35	0,8	0,19	0,15
P	L	<i>Acacia cornigera</i>	Cornizuelo	4,8	0,64	3,05	0,0	0,68	0,03
P	L	<i>Casearia corymbosa</i>	Chocoyo	4,3	0,06	0,28		0,01	
P	G	<i>Panicum maximum</i>	Asia	2,9	1,60	4,67	2,5	1,47	3,59
P	H	<i>Hyptis</i> sp.	Chang	2,8	0,20	0,56	0,1	0,20	0,02
P	L	<i>Albizia saman</i>	Genízaro	2,8	0,01	0,03		0,02	
P	L	<i>Sapindus saponaria</i>	Patacón	2,5	0,05	0,14			
P	L	N.I. ^b	Pata de olote			0,03	4,0	0,09	0,35
P	G	<i>Andropogon gayanus</i>	Gamba	1,1	0,53	0,60	2,5	0,25	0,63
Total %					3,58	11,84		3,00	4,77

^a En negrita se resaltan las especies más importantes por su IS

^b N.I. = Nombre científico no identificado

Por otro lado, en época húmeda sólo tres especies se ubicaron en la categoría de altamente preferidas por el ganado: una leñosa, la “pata de olote” (N.I.) y dos gramíneas, el pasto gamba (*A. gayanus*) y el pasto Asia (*P. maximum*), presentaron altos IS en el tratamiento Leche. El pasto Asia también fue muy seleccionado en época seca.

Especies medianamente preferidas o de mantenimiento

Entre las especies medianamente apetecibles en época seca hubo una mayor proporción de herbáceas (H), seis especies en total, y entre estas *Serjania atrolineata* tuvo el mayor IS para esta época (2,1). Además hubo dos especies leñosas (*Combretum fruticosum* y *Pithecellobium oblongum*), y dos de gramíneas (*Paspalum virgatum* y *P. notatum*) entre las medianamente apetecibles que contribuyeron en mayor proporción a la dieta. Por otro lado, en época lluviosa, solo dos herbáceas fueron medianamente preferidas *Teramnus uncinatus* (IS = 1,7) y *Byttneria aculeata* (IS = 1,9). La mayoría de especies de esta categoría fueron gramíneas (seis especies), y entre ellas el menor IS lo tuvo el *Panicum* sp. (1,3) y el mayor *P. virgatum* (1,9) (Cuadro 15).

Cuadro 15 Especies menos seleccionadas en el tratamiento Leche, su participación (%) en el transecto Vaca y en la Dieta.^a

Ciclo	Tipo	Nombre Científico	Nombre Común	Época Seca			Época Húmeda		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
P	H	<i>Serjania atrolineata</i>	S.N.C.	2,1	1,20	2,53	0,1	1,17	0,09
P	G	<i>Paspalum virgatum</i>	Zacatón	1,9	7,15	13,81	1,6	5,85	9,53
A	H	<i>Ipomoea hederifolia</i>	Batatilla	1,8	0,34	0,62	0,8	0,61	0,49
P	H	<i>Centrosema pubescens</i>	Patito	1,7	0,76	1,30	0,5	0,60	0,31
P	L	<i>Combretum fruticosum</i>	Papamiel	1,5	0,32	0,49	0,7	0,24	0,16
P	H	<i>Rhynchosia minima</i>	S.N.C. ^b	1,5	0,16	0,24		0,01	
P	H	<i>Byttneria aculeata</i>	S.N.C.	1,5	0,12	0,17	1,9	0,12	0,24
P	L	<i>Pithecellobium oblongum</i>	Aromo	1,5	0,30	0,44		0,06	
P	H	<i>Smilax spinosa</i>	Corona de cristo	1,4	0,26	0,37	0,8	0,06	0,05
P	G	<i>Paspalum notatum</i>	Gramina nativa	1,3	21,75	27,96	2,2	11,70	25,35
P	G	<i>Cynodon plectostachyus</i>	Pasto estrella	1,1	5,79	6,52	1,4	0,54	0,75
P	G	<i>Panicum sp.</i>	S.N.C.	0,6	0,18	0,10	1,3	5,30	6,96
P	G	<i>N.I.</i> ^c	Pasto peludo	0,1	0,38	0,03	2,2	3,63	8,01
P	H	<i>Teramnus uncinatus</i>	S.N.C.		0,03		1,7	0,02	0,04
P	G	<i>Paspalum plicatulum</i>	Cola de burro				1,5	10,76	16,02
Total %					38,8	54,6		40,7	68,0

^a En negrita se resaltan las especies más importantes por su IS

^b SNC = Sin nombre común, ^c N.I. = Nombre científico no identificado

Al igual que en el tratamiento Horro, el *P. virgatum*, contribuyó significativamente a la dieta tanto en época seca (14%) como en húmeda (10%), pese a que sus valores de IS en dichas épocas fueron de 1,9 y 1,6, respectivamente. Esto puede deberse a dos factores, el primero está relacionado con las chapias, ya que esta especie es considerada una maleza en pasturas (Sistachs y León 1982), y por esto los productores de la zona realizan dos chapias, una justo antes de finalizar la época húmeda, y otra antes de que ésta comience. Aparentemente los rebrotes si son consumidos por el ganado, y por tanto en etapas posteriores a las chapias estas especies aparecen como medianamente palatables. El segundo factor tiene que ver con la disponibilidad de este forraje, ya que durante la época seca *P. virgatum* es casi la única especie gramínea que mantiene disponibilidad de biomasa verde. A pesar de su baja calidad y palatabilidad, el ganado muchas veces se ve obligado a consumirlo.

Especies neutras y rechazadas

Las especies neutras en la época seca fueron ocho, de las cuales cinco son herbáceas, dos gramíneas y una leñosa. Estas aportan en total el 20% a la dieta, mientras que en la época húmeda sólo se presentaron seis neutras, de las cuales tres son herbáceas y tres gramíneas, aportando con un 17% a la dieta de época húmeda (Cuadro 16).

Cuadro 16 Clasificación por tipo de plantas neutras y rechazadas en el tratamiento Leche, en función de época del año.

Especies	Neutras		Rechazadas	
	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda
Herbáceas	5	3	30	27
Gramíneas	2	3	3	2
Leñosas	1	0	3	3
Total de especies	13		39	
% Dieta	19,7	17,3	13,9	10,0
% Trans. Vaca	22,8	19,7	34,9	36,6

Las especies rechazadas en el tratamiento Leche aportan cerca de la tercera de parte de la cobertura observada en el transecto Vaca en ambas épocas, y su participación en la dieta alcanza apenas 12% en promedio para ambas épocas. Por esta razón se consideran especies rechazadas (Cuadro 16). La lista de las especies neutras y rechazadas en el tratamiento Leche se presentan en el Anexo 3.

6.4.3 Tratamiento Vega

Especies altamente preferidas por el ganado

Durante la época seca se identificaron siete especies como muy apetecibles por las vacas lactantes que pastoreaban en potreros del tratamiento Vega, seis de ellas fueron leñosas y una herbácea. Pero en la época húmeda ninguna de estas especies se mostró como muy apetecida por el ganado (Cuadro 17).

Cuadro 17 Especies altamente preferidas (IS > 2,5) por las Vacas lactantes en potreros de Vega, su participación (%) en el transecto Vaca y en la Dieta.

Ciclo	Tipo	Nombre Científico	Nombre Común	Época Seca			Época Húmeda		
				IS	% Vaca	T. Dieta	IS	% Vaca	T. Dieta
P	L	<i>Albizia saman</i>	Genízaro	42,6 ^a	0,05	1,96		0,19	
P	L	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	38,7	0,17	6,66	1,7	0,10	0,2
P	L	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	14,1	0,11	1,55		0,04	
P	L	<i>Cordia bicolor</i>	Muñeco	9,1	0,04	0,33			
A	L	<i>Manihot esculenta</i>	Yuca montera	5,0	0,02	0,09			
A	H	<i>Ipomoea hederifolia</i>	Batatilla	4,4	0,04	0,17	0,4	0,52	0,2
P	L	<i>Albizia guachapele</i>	Gavilán	3,0	0,06	0,18			
Total %					0,48	10,93		0,85	0,37

^a En negrita se resaltan las especies más importantes por su IS

Llama la atención los valores tan altos de IS registrados para las especies leñosas, pero una posible explicación de esto es la producción de frutos, los cuales son dulces, aromáticos y presentan mayor calidad nutritiva que otros tipos de alimento en la época seca, lo cual favorece su consumo (Casasola, 2000). Igualmente, en el caso de aquellas que además tienen follaje que es consumido por el ganado, como se trata de especies de regular tamaño, diferentes ramas pueden ser defoliadas, por tanto se registran varios eventos de consumo por cada planta, y eso lleva también a valores muy altos de IS. Estas especies leñosas hicieron una contribución importante a la dieta (11%) en la época seca, mientras que en época húmeda sólo el guácimo (*G. ulmifolia*) fue consumido, pero se clasificó como poco apetecible en esa época por tener un valor de IS = 1,7 (Cuadro 17). Los valores de selectividad de *G. ulmifolia* en la zona de Muy Muy concuerdan con los de Sosa *et al.* (2000) quienes reportan valores de alta selectividad para ésta especie en los meses de sequía en la zona de Quintana Roo, México.

Especies medianamente preferidas o de mantenimiento

Dentro de las especies del tratamiento Vega medianamente preferidas en época seca de identificaron dos leñosas, dos gramíneas y cuatro herbáceas (Cuadro 18). Llama la atención que entre las herbáceas (H) medianamente apetecidas aparezca *Lantana camara*, y con el mayor IS (2,0) para esa época, pues ello contrasta con lo reportado por Chen *et al.* (1991), quienes describen la especie como tóxica. Por lo general el consumo de una especie tóxica es frecuentemente accidental, cuando el animal ingiere otras especies vecinas, pero el valor de IS = 2,0 evidencia que la especie ha sido consumida repetidamente. Surge entonces la pregunta si el ecotipo de *L. camara* presente en Muy Muy será menos tóxico que el encontrado en otros lugares, o si el nivel de la sustancia tóxica se reduce en el período seco.

Cuadro 18 Especies medianamente preferidas por las Vacas lactantes en potreros de Vega, su participación (%) en el transecto Vaca y en la Dieta, en función de la época del año.

Ciclo	Tipo	Nombre Científico	Nombre Común	Época Seca			Época Húmeda		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
A	H	<i>Lantana camara</i>	Cinco negritos	2,0	0,01	0,03			
P	G	<i>Paspalum virgatum</i>	Zacatón	2,0	2,48	4,94	0,1	0,46	0,1
P	L	<i>Acacia cornigera</i>	Cornizuelo	1,9	0,07	0,13		0,11	
P	L	<i>N.I.</i>	Pata de olote	1,9	1,85	3,45	0,1	1,10	0,1
P	H	<i>Serjania atrolineata</i>	S.N.C. ^a	1,7	0,11	0,18		0,02	
P	G	<i>Panicum maximum</i>	Asia	1,5	38,19	56,94	1,5	48,62	73,0
P	H	<i>Bytneria aculeata</i>	S.N.C.	1,4	0,12	0,16	0,2	0,20	0,03
A	H	<i>Maranta arundinacea</i>	Chahuiton	1,3	0,09	0,12	0,1	0,20	0,02
P	G	<i>Ixophorus unisetus</i>	Pasto chele		0,41		2,3	5,72	13,0
Total %					43,34	65,96		56,42	86,22

^a SNC= Sin nombre común conocido

En época lluviosa, solo se identificaron como medianamente apetecidas dos especies de gramíneas: el pasto Asia (*P. maximum*), el cual aporta a la dieta el 73% y presenta un IS de 1,5; y el *Ixophorus unisetus* que aporta a la dieta el 13% y presenta un IS de 2,3 (Cuadro 18).

Especies neutras y rechazadas

En la época seca, se identificaron nueve especies como neutras, de las cuales seis son herbáceas y tres gramíneas. Éstas aportaron en total un 18% a la dieta, mientras que en la época húmeda sólo se presentaron tres especies neutras, de las cuales dos son herbáceas y una gramínea, aportando a la dieta apenas un 8% (Cuadro 19).

Las especies clasificadas como rechazadas en el tratamiento Vega representaron alrededor de la tercera parte de la cobertura observada en el transecto Vaca, pero su participación en la dieta alcanzó apenas un 7% en promedio para ambas épocas (Cuadro 19). La lista de las especies neutras y rechazadas encontradas en el tratamiento Vega se presenta en el Anexo 4.

Cuadro 19 Especies Neutras y Rechazadas en el tratamiento Vega, en función de la época del año.

Especies	Neutras		Rechazadas	
	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda
Herbáceas	6	2	24	24
Gramíneas	3	1	4	3
Leñosas	0	0	3	1
Total de especies	12		36	
% Dieta	17,8	7,9	8,2	6,7
% Trans. Vaca	22,5	12,5	38,5	32,8

6.5 Análisis de selectividad en los tres tratamientos

El análisis de conglomerados en función de los índices de selectividad de las especies presentes en los diferentes tratamientos y épocas mostró que el comportamiento del tratamiento Horro en la época seca no difirió del mismo tratamiento en la época de lluvias, ni de los otros dos tratamientos (Leche y Vega) en la época de lluvias. En cambio, durante la época seca los tratamientos Leche y Vega presentan diferencias con los anteriores, siendo el tratamiento Leche el que mostró las mayores diferencias con base en la magnitud de la distancia Euclídea (Figura 8).

En el presente estudio quedó en evidencia que hay variación en la selectividad en función de la época del año. Estos cambios en la selectividad están asociados a factores tales como la fenología, estructura, disponibilidad y calidad de las plantas presentes para el consumo de los animales (Forbes 1995). Los resultados de este estudio sugieren que la selectividad de los bovinos hacia las diferentes plantas estuvo influenciada mayormente por la disponibilidad y estadio de crecimiento de las gramíneas, y por las épocas en las que algunas leñosas presentaron follaje verde y frutos. El tipo de manejo y la composición florística de las pasturas también afectó la selectividad, tal como lo evidencian los valores de IS obtenidos para una misma especie en los diferentes tratamientos.

Distancia: (Euclidea)

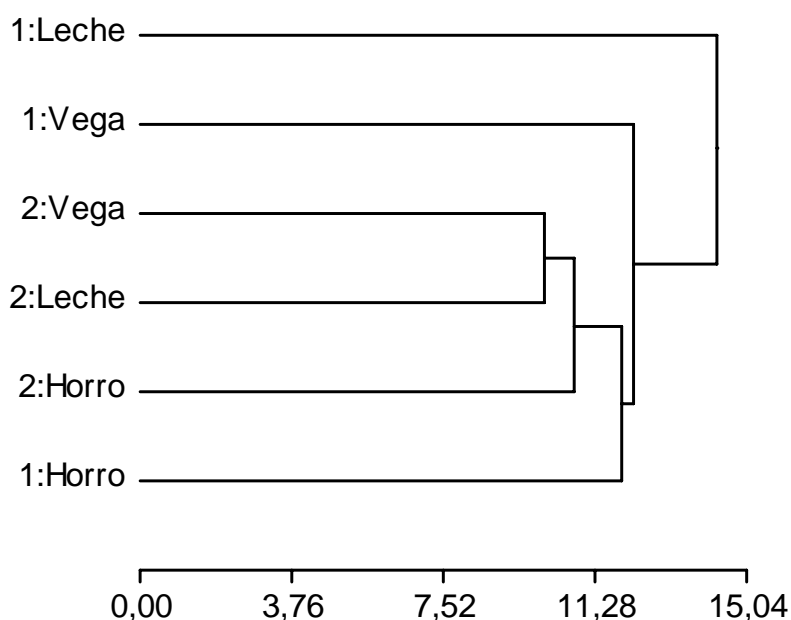


Figura 8 Dendrograma de un análisis de conglomerados para agrupar tratamientos por IS de las diferentes especies durante las dos épocas (1 = época seca y 2 = época húmeda)

El tipo de condición agro-ecológica también influyó la selectividad, a través de las variaciones en composición botánica. Así mientras en el tipo de paisaje vega (tratamiento Vega) hubo dominancia de dos especies, en el tipo de paisaje planicies onduladas (tratamientos Horro y Leche) se presentó una mayor diversidad de especies dominantes (Cuadro 5). En la época húmeda, las gramíneas fueron más consumidas ya que tienen mayor capacidad de producir biomasa y presentan un valor nutricional aceptable; en cambio en la época seca éstas pierden su calidad nutritiva como consecuencia de la acumulación de material senescente, además que varias de las especies pasan al estadio fenológico de producción de semillas (Gutiérrez 1996; Sosa *et al* 2000), etapa en la que son menos apetecibles para los animales.

La selectividad por los diferentes tipos de plantas fue muy variada a lo largo de las dos épocas. En general en los tres tratamientos, el IS fue más alto para las leñosas que para las herbáceas y gramíneas (Figura 9), esto es particularmente más marcado durante la época seca.

Por lo general las leñosas, a diferencia de las otras especies, tienden a mantener follaje verde y de alto valor nutricional durante todo el año (Ortega *et al* 1999).

.Además durante esa época muchas, aún cuando sean caducifolias como el guácimo (*G. ulmifolia*), proveen de frutos comestibles. Quizás esto explique porqué en el tratamiento Vega la selectividad de leñosas es muy alta y el porcentaje en la dieta (15% en época seca) es mayor que en los tratamientos Horro y Leche, pese a que hay menor cobertura de árboles y arbustos que en los otros tratamientos.

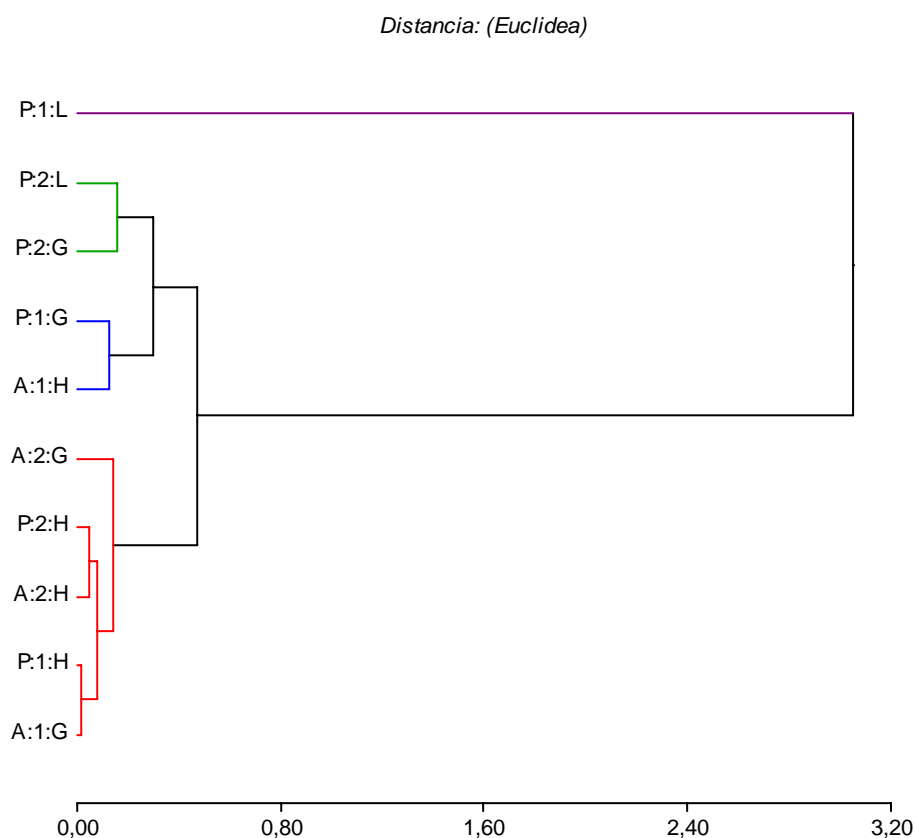


Figura 9 Dendrograma de un análisis de conglomerados para agrupar tipos de plantas (L: Leñosas; H: Herbáceas; G: Gramíneas) por ciclo de vida (A: Anuales; P: Perennes) de acuerdo con el IS durante las dos épocas (1 = época seca y 2 = época húmeda)

6.6 Consumo de Forraje

Según la prueba de Wilks para el MANOVA se encontró que los tratamientos afectaron el consumo ($p = 0,014$) mientras que la época no tuvo efecto significativo ($p = 0,132$) (Cuadro 20). El consumo fue similar en ambas épocas para el tratamiento Vega (Figura 10), en el cual las vacas consumieron mayormente pasto Asia (*P. maximum*) posiblemente debido a la dominancia de esa especie. Por otro lado, se observan semejanzas entre los tratamientos Horro y Leche en una misma época (Figura 10); esto posiblemente se deba a que existe cierta similitud en la composición botánica de las pasturas correspondientes a esos tratamientos, e incluso los cambios en composición debido a época del año siguieron un patrón similar. Las principales especies consumidas en estos tratamientos fueron las gramas comunes (*P. notatum* y *P. conjugatum*), el zacatón (*P. virgatum*), el pasto estrella (*C. plectostachyus*) y el pasto cola de burro (*P. plicatulum*).

Cuadro 20 Análisis de la varianza (Wilks) para consumo de forraje en épocas, tratamientos e interacción,

F.V.	Estadístico	F	gl(num)	gl(den)	p
Época	0,20	1,80	29	13	0,1327
tratamiento	0,02	3,03	58	26	0,0014
época*trata	0,29	0,38	58	26	0,9989

En términos generales las gramíneas fue el grupo de especies que hizo la mayor contribución a la dieta, con un promedio de 70,6% durante la época seca y de 83,1% durante la época húmeda, no habiendo diferencias significativas entre ellas (Cuadro 21). Estos resultados son los esperados cuando se trabaja con bovinos pastoreando praderas con dominancia de gramíneas, independientemente del ecosistema, como lo evidencian los resultados reportados por Lyons *et al.*, 2000 trabajando en pasturas nativas en Texas (USA), quienes encontraron que la dieta de bovinos consistió de 81% de gramíneas, 12% de herbáceas y 7% de follaje de leñosas.

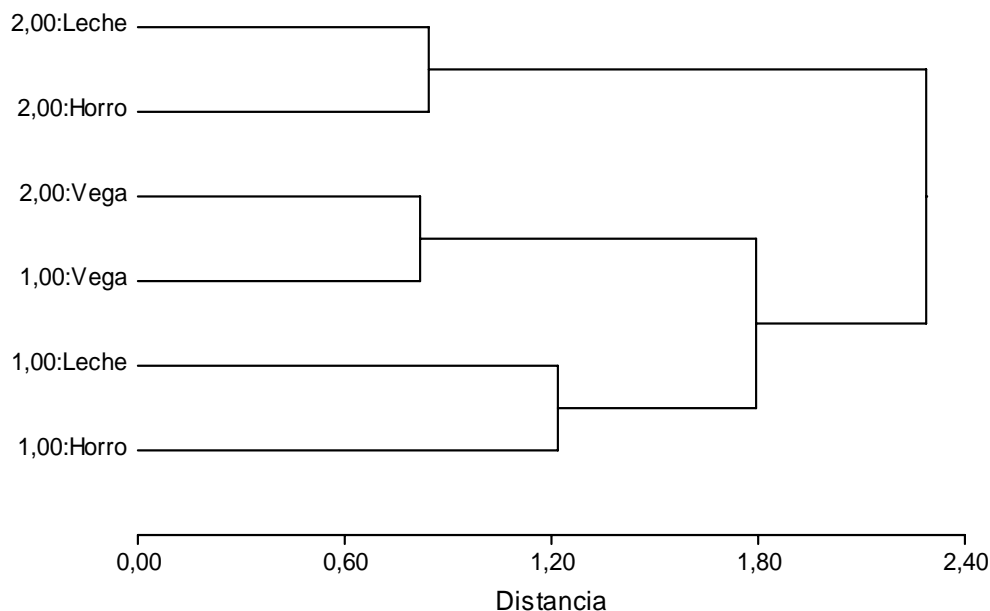


Figura 10 Dendrograma de un análisis de conglomerados para agrupar tratamientos y épocas con las variables de consumo de forraje de las diferentes especies (El número 1,00 es época seca y 2,00 es época húmeda)

Cuadro 21 Porcentaje de Consumo (%) de forraje de diferentes tipos de planta en los tres tratamientos y en ambas épocas.

Tratamiento	Horro		Leche		Vega	
	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda
Gramíneas	75,9	78,1	65,2	80,7	70,6	90,5
Herbáceas	17,5	20,9	26,6	18,4	14,9	9,2
Leñosas	6,6	1,0	8,2	1,0	14,5	0,3

Las gramíneas más importantes en la dieta de los animales en el tratamiento Horro durante la época seca fueron *Paspalum notatum* (28,2%), *Paspalum conjugatum* (11,6%), *Paspalum virgatum* (10,5%), seguidos en una menor proporción por *Hyparrhenia rufa* (7,1%), *Melinis* sp. (6,6%) y *Panicum maximum* (5,6%). Para el mismo tratamiento durante la época húmeda las principales especies consumidas fueron *Paspalum notatum* (26,3%), *Paspalum plicatulum* (15,9%) y en una menor proporción *Panicum* sp. (7,3%), *Paspalum virgatum* (6,0%) y *Paspalum conjugatum* (5,3%).

En el tratamiento Leche, las gramíneas con mayores porcentajes de consumo durante la época seca fueron *Paspalum notatum* (28,0%), *Paspalum virgatum* (13,8%), *Hyparrhenia rufa* (8,3%) y *Paspalum conjugatum* (8,1%). Mientras que durante la época húmeda se

pueden mencionar *Paspalum notatum* (25,0%), *Paspalum plicatulum* (16,0%), *Paspalum virgatum* (9,5%), pasto peludo (8,0%) y *Panicum* sp. (7,0%).

En el tratamiento Vega, el pasto Asia (*Panicum maximum*) fue la especie que presentó el porcentaje de consumo más alto en las dos épocas estudiadas, pero fue mayor en la época húmeda. En esa época, el *Panicum maximum* representó el 73% de la dieta, y fue seguido por *Ixophorus unisetus* (13%); en cambio durante la época seca la contribución del *Panicum maximum* disminuyó hasta el 56,9%, y aumentó la contribución del *Paspalum notatum* (6,6%) y *Paspalum virgatum* (4,9%). También durante la época seca se aumentó el consumo de especies leñosas, llegando en el tratamiento Vega a ocupar casi el 15% del total de forraje consumido. Un comportamiento similar en cuanto al consumo de leñosas también se observó en los tratamientos Horro y Leche, aunque el aumento fue en menor proporción, pues ellas llegaron a representar el 6,6 y 8,2% de la dieta, respectivamente. En cuanto a la contribución de las herbáceas a la dieta, esta fue similar para los tratamientos de Vega y de Horro (17,5 y 14,9%, respectivamente), mientras que fue mayor (26,6%) para el tratamiento Leche (Cuadro 21). Un comportamiento similar fue descrito por Chávez *et al.* (2000) y Sosa *et al.* (2000) en trabajos desarrollados en pasturas nativas en climas semiáridos de México.

En todos los tratamientos aumentó el consumo relativo de leñosas durante la época seca, mientras que el consumo de gramíneas disminuyó debido a la disminución en la calidad y cantidad de biomasa. Otro factor que incide en el mayor consumo de leñosas en la época seca es la producción de frutos. En el tratamiento Leche, el consumo de *G. ulmifolia* en la época seca fue 55% de frutos y 45% de hojas. Por último, en el tratamiento Vega los valores correspondientes durante la época seca fueron 70% de frutos y 30% de hojas. Por su parte, el consumo de *E. cyclocarpum* fue de 26% de frutos y 74% de follaje.

De acuerdo con Restrepo (2002) el valor nutricional de los frutos está explicado por la alta concentración de azúcares (4 – 56%) lo que da buena palatabilidad, proteína (5 – 20%) y digestibilidad (59 – 81%), generando gran preferencia de parte de los animales hacia los frutos. En la zona de Muy Muy las especies arbóreas que presentan altos porcentajes de consumo de frutos tienen su periodo de fructificación en la época de sequía, donde la disponibilidad de forraje es menor, situación que favorece el consumo de dichas especies. Esto ha sido también reportado por Roncallo *et al.* (1996). Sin embargo en épocas de mayor oferta

de forraje, como durante la estación lluviosa, también algunos de ellos pueden tener un buen potencial de uso.

Con respecto al ciclo de vida de las especies consumidas, las más importantes para el consumo durante ambas épocas fueron las gramíneas perennes. Estas aportan entre el 65 y el 90% de la dieta (Cuadro 21). El resto de especies, tanto leñosas como herbáceas perennes y anuales tiene consumos bajos si se comparan con las gramíneas perennes (Cuadro 21 y Figura 11).

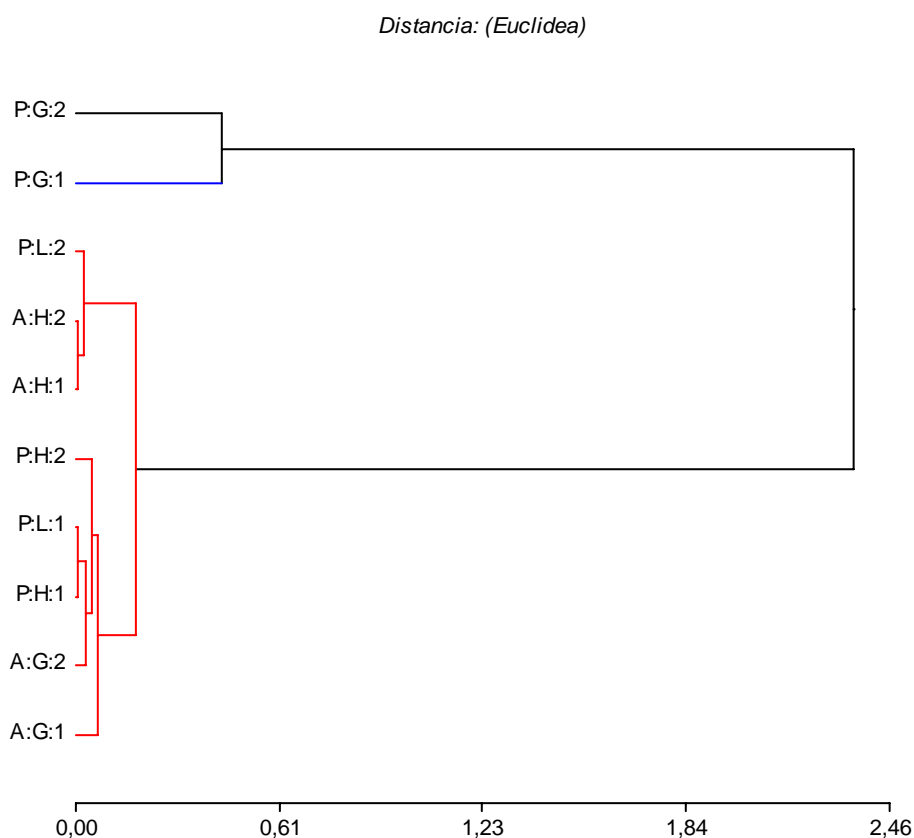


Figura 11 Dendrograma de un análisis de conglomerados para agrupar tipos de plantas (L: Leñosas; H: Herbáceas; G: Gramíneas) por ciclo de vida (A: Anuales; P: Perennes) de acuerdo con el Consumo durante las dos épocas (1 = época seca y 2 = época húmeda)

7. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se corrobora la hipótesis que los animales seleccionan su alimento a diferentes escalas espaciales. Esto es más evidente en el tratamiento Horro, donde hay selectividad de sitios dentro de los potreros a través de épocas y dentro de la época seca. Además, la selectividad animal varía de acuerdo con la composición botánica de las pasturas en los diferentes tipos de paisaje, tratamientos y épocas.

En términos generales, en los tres tratamientos y en ambas épocas, las especies alta y medianamente preferidas hacen un aporte importante a la dieta.

Aquellos potreros donde se ubicó el tratamiento Horro, fueron los que presentaron una mayor cobertura arbórea. En los potreros del tratamiento Vega hay un manejo dirigido al mantenimiento de la especie *P. maximum*. Este pasto presenta un adecuado valor nutricional, que es bien aprovechado por los productores con propiedades en las vegas de los ríos.

La diversidad botánica de los potreros ubicados en las planicies onduladas es mayor que la de los potreros ubicados en las vegas, donde está el pasto Asia (*P. maximum*) como especie dominante. Los suelos más fértiles de origen aluvial presentes en las vegas ofrecen mejores condiciones para la presencia del *P. maximum*, el cual tiene requerimientos nutricionales más altos que las otras especies de gramíneas nativas (p.e., *Paspalum notatum*, *P. plicatulum*), predominantes en el área de Muy Muy. Otra especie que marca la diferencia entre los dos tipos de paisajes evaluados es *P. virgatum*, el cual a pesar de ser una especie no deseada por los productores, presenta una alta cobertura en los potreros de planicies onduladas. Esto puede deberse a que en planicies onduladas los suelos poseen características vérticas, que los hacen inundables durante la época de lluvias, y este pasto es capaz de tolerar esa condición, a diferencia de otras especies que son sensibles al exceso de humedad.

Las gramíneas fueron las especies más importantes en la dieta de los animales, ya que fueron las especies dominantes en todos los tratamientos durante las dos épocas. En el caso de las especies herbáceas y leñosas, estas tienen un aporte diferencial en la dieta según la época, tomando las leñosas mayor relevancia en la dieta durante la época seca.

Las especies mas apetecidas durante la época seca fueron las leñosas, probando así una hipótesis planteada para este estudio; esto debido a que varias de ellas mantienen forraje verde de buena calidad durante todo el año y algunas presentan además frutos en la estación seca, los cuales son muy apetecidos por los animales.

Los animales del tratamiento Horro tuvieron mayor oportunidad para expresar selectividad de sitios, posiblemente debido a que estuvieron sometidos a menor carga, presentaban una mayor área, y mostraban mayor heterogeneidad en cuanto a composición botánica. Otro componente importante que favoreció la selectividad en el tratamiento Horro fue la mayor cobertura arbórea comparada con los tratamientos Leche y Vega, ya que esto mejora las condiciones ambientales y de disponibilidad de forraje durante la época seca.

Al relacionar los resultados de selectividad con prácticas de manejo de los productores y entrevistas con ellos, se puede concluir que muchas de las especies presentes en los potreros son potencialmente forrajeras, pero en muchos casos esta característica es desconocida por los productores de la zona.

Las especies leñosas, herbáceas y gramíneas cuando a estudios de selectividad se refieren, no deben compararse entre sí, ya que poseen fenología y hábitos de crecimiento muy diferentes.

8. RECOMENDACIONES

Para recomendar ciertas especies, que en este estudio presentaron altos índices de selectividad y son poco conocidas por sus valores forrajeros, es necesario ahondar en el estudio de éstas y su importancia en la producción animal, para ser incluidas en un programa de mejora de pasturas.

Se recomienda dar más atención al manejo de las especies de leñosas que en este estudio se mostraron altamente apetecibles, ya sea por su follaje o frutos, pues estas pueden hacer una contribución más importante a la dieta de los animales, especialmente

Es recomendable realizar un estudio económico para determinar los índices de costo y beneficio del mantenimiento por medio de chapas de forraje tierno de zacatón (*P. virgatum*) en los sitios donde este abunda.

Es necesario compartir los resultados de este estudio con los productores, técnicos e instituciones interesadas en la problemática actual de la ganadería en Nicaragua, pues la mayoría desconoce el valor forrajero de muchas de las especies presentes en las pasturas naturalizadas.

9. LITERATURA CITADA

- Andrade, H., Ibrahim, M. 2001. Tree-pasture interaction in silvopastoral systems: effects of trees on light transmission and forage productivity. *In:* Ibrahim M. Ed. Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems. International symposium on silvopastoral system (2001, San José, C.R.) Memories. 170-173 p.
- Aráuz J. 2005.. Relación entre parámetros edafológicos, manejo y procesos de degradación de pasturas en la subcuenca Compasagua, Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua. M. Sc. Tesis, Turrialba, C.R. CATIE. En Prensa.
- Aristizabal, J, Pérez, R. 2003. Análisis de los factores que afectan el consumo voluntario de materia seca en vacas en producción de leche ubicadas en trópico alto alimentadas con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias (Medellín) 16(2): 183 – 188.
- Belovsky, G. E. 1984. Herbivore optimal foraging: A comparative test of three models. *American Naturalist* 124: 97 – 115.
- Brundin, J., Karlsson, P. 1999. Browse and browsers in south-western Kalahari. Minor field studies. No. 73. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala 35p..
- Brunetti, J. 2003. Benefits of biodiverse forage. *A voice for Eco-agriculture*. 33 (10) :7-11
- Buck, L.; Lassoie, J.; Fernández, E. 1998. Agroforestry in sustainable agricultural systems. CRC Press. Boca Ratón, Florida. 416 p.
- Casasola, F. 2000. Productividad de los sistemas silvopastoriles en Moro Potente, Estelí, Nicaragua. M.Sc. Tesis. Turrialba, C.R. CATIE. 95p.
- Cassels, D.; Gillen, R.; McCollum, F.; Tate, K.; Hodge, M. 1995. Effects of grazing management on standing crop dynamics in tallgrass prairies. *Journal of Range Management* (48):81-84.
- Collins, S. 1987. Interaction of disturbances in tallgrass prairie: a field experiment. *Ecology* 68: 1243-1250.

- Chávez, A.; Pérez, A.; Sánchez, E. 2000. Intensidad de pastoreo y esquema de utilización en la selección de la dieta del ganado bovino durante la sequía. *Revista Técnica Pecuaria (México)*. 38(1): 19-34.
- Chávez, S.; Soltero, S.; Márquez, J.; Villalobos, J. 1983. Evaluación de dietas de animales en pastoreo y su aplicación en la producción de carne. Simposium internacional sobre ganadería. INIPUGRCH, Chihuahua, México. Consultado 2 de febrero de 2004. En línea: <http://www.tecnicapecuaria.org/trabajos/200212164194.pdf>
- Chen, C.P.; Tajuddin Ahmed, Z.; Wan Mohamed, W.E.; Tajuddin, I.; Ibrahim, C.E.; Salleh, Mod. R. 1991. Research and Development on Integrated Systems in Livestock, Forage and Tree Crops Production in Malaysia. *In: Proc. of the Internat. Livestock-Tree Cropping Workshop, 5-9 December 1988, FAO/MARDI, Serdang, Malaysia, 55-72.*
- Cooper, S. M.; Owen Smith, N. 1986. Effects of plants spinescence on large mammalian herbivores. *In: Oecologia* 68:446-455.
- Demment, M.W. 1982. The scaling of ruminoreticulum size with body weight in East African ungulates. *African Journal of Ecology* 20: 43-70.
- Fassbender, H.W. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. Serie de materiales de enseñanza N° 29. 2^{da} Ed. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 493 p.
- Forbes, J.M. 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Wallingford, Oxon, UK: CAB International. 24-32 p..
- Gordon, I. 1995.. Animal-based techniques for grazing ecology research. *Small Ruminant Research* 16:203-214.
- Guevara, R.; Curbelo, L.; Canino, E.; Rodríguez, Nieves & Guevara, G. 1996. Efecto de la sombra natural del algarrobo común (*Albizia saman*) sobre los rendimientos y la calidad del pastizal. Resúmenes. Taller Internacional "Los Árboles en los Sistemas de Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 55.
- Gutiérrez, M. A. 1996. Pastos y forrajes de Guatemala, su manejo y utilización, base de la producción animal. Guatemala. Editorial E y G. 318p.

- Jansson, I. 2001. Hierarchical summer browsing by goats in the dry savanna of south-western Botswana. Minor Field Studies No. 165. Swedish Agricultural University. Uppsala. 28p.
- Jonson, R.; Wichern, D. 1998. Applied multivariate statistical analysis, Fourth Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. 210 p.
- Kaligis, D.A.; Sumolang, C. (1991). Forage species for coconut plantations in North Sulawesi. *In: Proc. of Workshop Forages for Plantation Crops*. Shelton, H.M. and Stur, W.W. (ed.). Sanur Beach, Bali, Indonesia, 27–29 June 1990. ACIAR Proc. No. 32, 45–48
- Lyons, R.; Forbes T.; Machen, R. 2000. What Range Herbivores Eat And Why? Texas Agricultural Extension Service 11p. Consultado 29 de noviembre de 2004 En línea:
<http://animalscience.tamu.edu/ansc/publications/sheeppubs/B6037-rangeherbivores.pdf>
- Lyons, R.; Machen, R. 2000. Interpreting Grazing Behavior. Range Detect Series. Texas Agricultural Extension Service. 6p. Consultado 28 de noviembre de 2003. En línea:
http://rangeweb.tamu.edu/extension/rangedetect/l5385_grzbhv.pdf
- Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Chapman and Hall, London, United Kingdom. 179 p.
- Malechek, J. y Provenza, F. 1983. Comportamiento alimentario y nutrición del ganado caprino en pastizales. *Revista Mundial de Zootecnia* 47 :38-48.
- Mayland, H. and Shewmaker, G. 1999. Plant attributes that affect livestock selection and intake. *In: Grazing behavior of livestock and wildlife*. Univ. of Idaho, Moscow, ID. Ed: Launchbaugh, K.; Sanders, K.; Mosley, J. P 70 – 74.
- Milchunas, D.; Sala, O.; Lauenroth, W. 1988 A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *American Naturalist* 132: 87-106.
- Milchunas, D. ; Lauenroth, W. 1993. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological Monographs*, 63: 327 – 366.
- Molina, S.; Valladares, G.; Gardner, S. and Cabido, M. 1999. The effects of logging and grazing on the insect community associated with a semi-arid Chaco forest in central Argentina. *Journal of Arid Environments* 42: 29-42.

- Nai-Bregalio, N.; Pucheta, D.; Cabido, M. 2002. El efecto del pastoreo sobre la diversidad florística y estructural en pastizales de montaña del centro de Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural*. 75: 613-623.
- Navas, A.; Restrepo, C.; Jiménez, G. 2001. Ruminal function in sheep supplemented with *Samanea saman* pods. *In: Ibrahim, M. Ed. Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pastures ecosystems. International symposium on silvopastoral system (2001, San José, C.R.) Memorias*. P. 285 - 289.
- Ngwa, A.T.; Pone, D.K.; Mafeni, J.M. 2000. Feed selection and dietary preferences of forage by small ruminants grazing natural pastures in the Sahelian zone of Cameroon. *Animal Feed Science and Technology* 88: 253-266.
- Ortega S.J.A, González, V.E.A. y Ortega, R.L. 1999. Importancia de la vegetación nativa en la alimentación animal en zonas tropicales. Primer simposio internacional de ganadería tropical sostenible. Memoria Técnica No. 2. Huejutla, Hidalgo, México. p. 25-32.
- Pezo, D. e Ibrahim, M. 1996. Sistemas silvopastoriles: una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. *In: Primer foro internacional sobre pastoreo intensivo en pasturas tropicales*. Veracruz, México. FIRA, Banco de México. 39 p.
- Pezo, D. e Ibrahim, M. 1999. Interacciones leñosa perenne – pastura. Módulo de Enseñanza Agroforestal N° 2. Sistemas silvopastoriles. Segunda Edición. Turrialba, Costa Rica. CATIE/GTZ. 275 p.
- Pinchak, W.; Smith, M.; Hart, R. y Waggoner, J. 1991. Beef cattle distribution patterns on foothill range. *Journal of Range Manage.* 44:267–275.
- Proyecto CATIE – NORAD. 2001. Desarrollo participativo de alternativas de uso sostenible de la tierra para pasturas degradadas en Centroamérica. Turrialba, C.R, 60p.
- Pucheta, E.; Cabido, M.; Díaz, S.; Funes, G. 1998. Floristic composition, biomass, and aboveground net plant production in grazed and protected sites in a mountain grassland of central Argentina. *Acta Oecologica* 19: 97-105.
- Restrepo, C. 2002. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco, Cañas, Costa Rica. Tesis M.Sc. CATIE, Turrialba, C.R. 102 p.

- Roncallo, B.; Navas, A.; Caribella, A. 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. *In*: Uribe, A. (ed.). Silvopastoreo: alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana (1995 – 1996, Bogotá, Colombia). Memorias. P 231 – 244.
- Sánchez, M. 1998. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. *In*: Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica" . Consultado el 22 de noviembre de 2003. <http://www.virtualcentre.org/es/ele/conferencia1/sanchez1.htm>
- Sanderson, M. A.; Stair, D.W. y Hussey, M.A. 1997. Physiological and morphological responses of perennial forages to stress. *Advances in Agronomy* 59: 171-224
- Santos, S. 2001 Caracterização dos recursos forrageiros nativos da sub-região da Nhecolândia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Botucatu, SP,.Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista. 190 p.
- Santos, S. y Costa C. 2002. Sustainable management of native pastures: Essential for the implementation of an Organic production system in the Pantanal. First Virtual Global Conference on Organic Beef Cattle Production. Consultado 12/02/2003 On line: <http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congressovirtual/pdf/ingles/03en07.pdf>
- Senft, R.; Coughnour, M.; Bailey, D.; Rittenhouse, L.; Sala, O. and Swift, D. 1987. Large herbivore foraging and ecological hierarchies. *Bio Science*. 37:789-799,
- Sierra, J. 2002. Aprovechamiento y manejo de pasturas en ganado de leche. Documento preparado para el curso Manejo y utilización de pastos y forrajes. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. 12 p.
- Sierra J.O y Arcila, A. 2002. La biodiversidad vegetal de las pasturas tropicales: elemento indispensable para una producción. Asociación Colombiana de Criadores de Ganado Cebú. Medellín, PP. 36 – 40.
- Sinclair, A.; Krebs, C. and Smith, N. 1982. Diet quality and food limitation in herbivores: the case of the snowshoe hare. *Canadian Journal of Zoology*, 60:889-897.
- Sistachs, M.; León, J.J. 1986. Control químico del Caguaso, *Paspalum virgatum*, en pastizales permanentes. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas (Cuba)* N°. 20:289 p.

- Skarpe, C.; Bergström, R.; Bråten, A.L. & Danell, K. 2000. Browsing in heterogeneous savanna. *In: Ecography* 23: 632-640.
- Skarpe, C. 1991. Impact of grazing in savanna ecosystems. *Ambio* 20 (8) : 351 – 356.
- Somarriba, E. y Lega, F. 1991 Cattle grazing under *Pinus caribaea*. 1. Evaluation of farm historical data on stand age and animal stocking rate. *Agroforestry Systems* 13: 177-185.
- Sosa, E.; Sansores, L.; Zapata, G.; Ortega, L. 2000. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo. *Técnica Pecuaria (México)*. 38: 105-117
- Spain, J. M.; Gualdrón, R. 1991. Degradación y rehabilitación de pasturas. *In: Establecimiento y Renovación de Pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de investigación*. C. Lascano y J. M. Spain (eds.). Sexta Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pasturas Tropicales (RIEPT), Veracruz, México. Noviembre de 1988. CIAT, Cali, Colombia. Pp. 269-283.
- Stuth, J.W. 1991. Foraging behavior. *In: Grazing Management: An Ecological Perspective*. R. K. Heitschmidt y J.W. Stuth (eds.) Timber Press, Portland Oregon. p32- 37
- Szott, L; Ibrahim, M; Beer, J. 2000. The hamburger connection hangover: Cattle pasture, land degradation and alternative land use in Central America. *CATIE Serie Técnica*.
- Tergas, L. 1982. Efecto del manejo del pastoreo en la utilización de la pradera tropical. En *Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas*. Eds. Paladines, O. y Lascano, C. CIAT, Cali, Colombia. p 64-80.
- Trlica, M. and Rittenhouse, L. 1993. Grazing and plant performance. *Ecological Applications*. 3: 21-23.
- ter Braak, C.J.F. and Šmilauer, P. 2002. *CANOCO*. Reference manual and CanoDraw for Windows User's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power (Ithaca, NY, USA), 500 pp.
- United States Department of Agriculture (USDA). 1994. The use and management of browse in the Edwards Plateau of Texas. On line: 28/11/03 <http://texnat.tamu.edu/cmplants/UseMgmtBrowseEPTX.pdf>

- Van Soest, P. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd. Edition. Cornell University. 457p.
- Villafuerte, L.E. 1998. Sistemas expertos como herramienta para toma de decisiones de manejo en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo bajo de Costa Rica. Tesis M. Sc. Turrialba, C.R. CATIE. 98 p.
- Wong, C.C. 1991. Shade tolerance of tropical forages: a review. *In*: Shelton, H.M. y W.W. Stür (Eds.) Forages for plantation crops. ACIAR proceedings N° 32. Pp. 64 – 69.
- Woodward, S.; Waker, G.; McCall, D. 1995. Optimal grazing of a multipaddock using a discret time model. *Applied Science* 48:119-139.
- Zelada, E. 1996. Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la zona atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba.

ANEXOS

Anexo 1. Formatos

Anexo 2. Especies neutras y rechazadas en el tratamiento Horro.

Anexo 3 Especies neutras y rechazadas en el tratamiento Leche.

Anexo 4. Especies neutras y rechazadas en el tratamiento Vega.

Anexo 1. Formatos

A. Formato para vaciar los datos colectados de consumo con la grabadora.

Fecha	ID potrero		Tratamiento		Transecto	
Especies	1 30 seg	2 60 seg	3 43 seg	4	5	6
H. rufa	25 bocados	80 bocados	72 bocados			

B. Formato para la colección de datos de vegetación

Fecha		ID Potrero											Control Vaca												Tratamiento													
Transecto		GPS											Dirección												Observador													
Especies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
H. rufa	×																																					

Anexo 2. Tratamiento Horro

A. Especies Neutras por las vacas en el Tratamiento Horro.

Ciclo	Tipo	Nombre Científico	Nombre Común	Época Seca			Época Húmeda		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
P	L	<i>Casearia corymbosa</i>	Chocoyo	1,2	0,16	0,20			
P	H	<i>Smilax spinosa</i>	Corona de cristo	1,2	0,70	0,84		0,15	
A	H	<i>Lantana camara</i>	Cinco negritos	1,2	0,08	0,09		0,10	
P	H	<i>Byttneria aculeata</i>	S.N.C.	1,2	0,18	0,21	0,7	0,13	0,09
P	G	<i>Paspalum conjugatum</i>	Gramana nativa	1,2	11,58	13,34	0,9	6,16	5,26
A	H	<i>Gromphrena sarrata</i>	Tallo morado	1,1	0,14	0,15			
A	H	<i>Ipomoea hederifolia</i>	Batatilla	0,9	0,15	0,14	2,5	0,17	0,43
P	L	<i>Sapindus saponaria</i>	Patacon	0,9	0,04	0,03			
P	H	<i>Ipomoea batatas</i>	Batatilla1	0,8	0,22	0,18		0,01	
P	H	<i>Waltheria indica</i>	S.N.C.	0,7	0,05	0,04		0,01	
P	G	<i>N.I.</i>	Pasto peludo	0,6	0,34	0,21	1,3	2,61	3,38
P	H	<i>Centrosema Pubescens</i>	Patito	0,3	0,70	0,19	1,3	0,36	0,45
P	H	<i>Elephantopus spicatus</i>	Escoba san antonio		0,09		1,2	0,12	0,14
A	G	<i>Echinochloa colona</i>	S.N.C.				1,1	0,02	0,02
P	G	<i>Panicum sp.</i>	S.N.C.	0,6	1,73	1,08	1,1	6,69	7,29
P	H	<i>Dichromena ciliata</i>	Estrellita blanca	0,5	3,48	1,71	1,0	7,81	7,73
P	H	<i>Blechum pyramidatum</i>	S.N.C.	0,1	5,58	0,67	0,8	7,20	5,62
					25,22	19,08		31,54	30,42

B. Especies Rechazadas por las vacas en el Tratamiento Horro.

Ciclo	Tipo	Nombre Científico	Nombre Común	Época Seca			Época Húmeda		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
P	H	<i>Blechum3 sp.</i>	Blechum3	0,65	4,23	2,77		0,60	
P	L	<i>Albizia guachapele</i>	Gavilán	0,6	0,16	0,10	0,2	0,28	0,05
P	H	<i>Scleria melaleuca</i>	Navajuela	0,6	1,67	1,02	0,6	2,39	1,36
P	L	<i>Pithecellobium oblongum</i>	Aromo	0,6	0,20	0,11			
P	L	<i>Genipa caruto</i>	Jagua	0,5	0,08	0,04			
P	L	<i>N.I.</i>	Pata de olote	0,4	0,11	0,05		0,05	
A	G	<i>Oplismenus burmannii</i>	Gramma de conejo	0,3	0,52	0,16	0,4	2,24	0,87
P	H	<i>Sida acuta</i>	Escoba lisa	0,3	2,65	0,81	0,2	1,81	0,33
P	H	<i>Ligodium venustum</i>	Helecho	0,2	0,18	0,04	0,6	1,42	0,91
P	H	<i>Triumfetta Triumfetta lappula</i>	Mozote caballo	0,2	0,25	0,04		0,04	
P	H	<i>Hyptis sp.</i>	Chang	0,2	0,37	0,06	0,0	0,22	0,01
P	H	<i>Desmodium procumbens</i>	S.N.C.	0,1	0,44	0,06		0,21	
P	H	<i>Oxalis corniculata</i>	Fructicosa	0,1	4,29	0,39	0,0	5,89	
A	H	<i>Cyperus sp.</i>	S.N.C.	0,1	0,53	0,05	0,66	0,51	0,34
A	H	<i>Maranta arundinacea</i>	Chahuiton	0,1	1,41	0,07	0,0	1,39	0,01
P	H	<i>Sida jussieana</i>	S.N.C.	0,05	1,16	0,06		1,16	
P	H	<i>Mimosa pudica</i>	Dormilona	0,04	0,49	0,02	0,1	1,37	0,12
P	H	<i>Commelina diffusa</i>	S.N.C.	0,03	0,35	0,01		0,10	
P	H	<i>Desmodium distortum</i>	S.N.C.	0,0	2,36	0,02	0,1	2,03	0,25
A	H	<i>Baltimora recta</i>	Flor amarilla	0,003	7,02	0,02	0,2	7,53	1,74
A	G	<i>N.I.</i>	Escobita				0,5	0,62	0,34
A	H	<i>Hyptis pectinata</i>	Chang menudo		0,40		0,2	0,11	0,02
P	L	<i>Cordia bullata</i>	Verrugoso		0,10		0,1	0,25	0,03
A	H	<i>N.I.</i>	Peludo				0,1	0,30	0,03
P	H	<i>Calopogonium mucunoides</i>	Calopo				0,0	2,38	0,01
P	L	<i>Albizia saman</i>	Genízaro		0,01			0,01	
P	L	<i>Cordia bicolor</i>	Muñeco		0,02				
A	L	<i>Manihot esculenta</i>	Yuca montera			1,26			0,65

Ciclo	Tipo	Nombre Científico	Nombre Común	Época Seca			Época Húmeda		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
P	H	<i>Centrosema plumieri</i>	Gallito		0,01				
A	H	<i>Stizolobium pruriens</i>	Pica pica		0,05			0,07	
A/P	H	<i>Gomphrena serrata</i>	Diente de leon		0,20			0,02	
A/P	H	<i>Scoparia dulcis</i>	Culantrillo		0,06	0,02			
A	H	<i>Acalypha alopecuroides</i>	Gusanillo		0,11			0,02	
P	H	<i>Senna obtusifolia</i>	Pico de pajaró		0,08			0,18	
A	H	<i>Ageratum conyzoides</i>	Flor azul		0,20			0,17	
P	L	<i>Cassia grandis</i>	Carao			0,02		0,02	
P	H	<i>Espina de pescado</i>	Espina de pescado					0,04	
A	H	<i>Hyptis capitata</i>	Bola blanca		0,10			0,12	
P	L	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba		0,04			0,01	
P	H	<i>Rhynchosia minima</i>	S.N.C.		0,04				
P	H	<i>N.I.</i>	Verbenacea		0,09				
Total %					29,99	7,21		33,57	7,05

Anexo 3. Tratamiento Leche

A. Especies Neutras por las vacas en el Tratamiento Leche.

Ciclo	Tipo	Nombre Científico	Nombre Común	Época Seca			Época Húmeda		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
P	L	<i>Mimosa albida</i>	Zarza gato	1,1	1,10	1,18	0,3	0,63	0,22
P	H	<i>Ipomoea batatas</i>	Batatilla l	1,3	0,12	0,15			
P	H	<i>Desmodium procumbens</i>	S.N.C.	1,0	0,17	0,18		0,10	
P	H	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Siratiro	0,9	0,46	0,43	0,1	1,01	0,13
P	H	<i>Ligodium venustum</i>	Helecho	0,8	0,10	0,08	0,4	0,38	0,14
A	H	<i>Hyptis capitata</i>	Bola blanca	0,8	0,29	0,24		0,39	
P	H	<i>Dichromena ciliata</i>	Estrellita blanca	0,2	2,95	0,57	1,0	7,53	7,63
A	H	<i>Maranta arundinacea</i>	Chahuiton	0,1	0,12	0,02	0,9	0,40	0,37
P	H	<i>Calopogonium mucunoides</i>	Calopo		0,10		0,8	0,03	0,03
P	G	<i>Hyparrhenia rufa</i>	Jaragua	1,3	6,46	8,30	0,9	2,32	1,99
P	G	<i>Paspalum conjugatum</i>	Gramina nativa	0,8	9,75	8,09	1,0	3,86	3,79
A	G	<i>N.I.</i>	Escobita				1,28	0,18	0,23
A	G	<i>Dichanthium aristatum</i>	Angleton	0,4	1,16	0,47	0,9	2,92	2,73
Total %					22,79	19,71		19,74	17,26

B. Especies Rechazadas por las vacas en el Tratamiento Leche.

Ciclo	Tipo	Nombre Científico	Nombre Común	Época Seca			Época Húmeda		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
P	G	<i>Brachiaria bizhanta</i>	Brachiaria	0,5	1,75	0,83			
A	G	<i>Oplismenus burmannii</i>	Gramma de conejo	0,3	0,36	0,12	0,6	1,77	1,11
A	G	<i>Melinis sp.</i>	S.N.C.	0,2	1,21	0,21			
A	G	<i>Echinochloa colona</i>	S.N.C.				0,6	1,29	0,73
P	H	<i>Centrosema plumieri</i>	Gallito	0,7	0,22	0,15		0,14	
P	H	<i>Elephantopus spicatus</i>	Escoba san antonio	0,7	0,05	0,03		0,02	
P	H	<i>Blechnum pyramidatum</i>	S.N.C.	0,7	7,45	5,08	0,3	9,45	2,58
A	H	<i>Gromphrena sarrata</i>	Tallo morado	0,6	0,16	0,10			
A	H	<i>Blechnum2 sp.</i>	S.N.C.	0,6	2,02	1,22		0,21	
P	H	<i>Serjania sp.</i>	S.N.C.	0,6	0,30	0,17		0,07	
P	H	<i>Oxalis corniculata</i>	Fruticosa	0,5	3,33	1,71	0,0	6,66	0,03
A/P	H	<i>Gomphrena serrata</i>	Diente de leon	0,4	0,11	0,05		0,06	
P	H	<i>Triumfetta Triumfetta lappula</i>	Mozote de caballo	0,4	0,03	0,01		0,05	
A	H	<i>Lantana camara</i>	Cinco negritos	0,4	0,20	0,08	0,4	0,15	0,06
P	H	<i>Sida acuta</i>	Escoba lisa	0,4	1,05	0,38	0,5	0,98	0,45
P	H	<i>Scleria melaleuca</i>	Navajuela	0,3	2,66	0,71	0,7	3,78	2,64
P	H	<i>Desmodium distortum</i>	S.N.C.	0,3	3,45	0,89	0,3	4,20	1,15
P	H	<i>Blechnum3 sp.</i>	Blechnum3	0,3	6,20	1,55	0,0	0,85	0,03
P	H	<i>Achyranthes aspera</i>	Picha de gato	0,2	0,29	0,07		0,04	
P	H	<i>Sida jussieana</i>	S.N.C.	0,2	0,28	0,07		0,88	
P	H	<i>Commelina diffusa</i>	Commelina difusa	0,2	0,38	0,08		0,14	
A	H	<i>Hyptis pectinata</i>	Chang menudo	0,2	0,46	0,08		0,13	
A	H	<i>Ageratum conyzoides</i>	Flor azul	0,2	0,44	0,08	0,1	1,11	0,07
P	H	<i>N.I.</i>	Verbenacea	0,1	0,06	0,01			
A	H	<i>Cyperus sp.</i>	S.N.C.	0,1	0,22	0,03	0,1	0,80	0,04
P	H	<i>Espina de pescado</i>	Espina de pescado	0,1	0,30	0,02		0,41	
A	H	<i>Baltimora recta</i>	Flor amarilla	0,0	1,30	0,05	0,5	1,56	0,84
A	H	<i>Acalypha alopecuroides</i>	Gusanillo	0,0	0,05		0,6	0,14	0,08

Ciclo	Tipo	Nombre Científico	Nombre Común	Época Seca			Época Húmeda		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
P	H	<i>Senna obtusifolia</i>	Pico de pajaró		0,05		0,3	0,11	0,04
P	H	<i>Mimosa pudica</i>	Dormilona		0,12		0,05	1,01	0,05
A	H	<i>Stizolobium pruriens</i>	Pica pica		0,05				
A/P	H	<i>Scoparia dulcis</i>	Culantrillo		0,01	0,02			
P	H	<i>Waltheria indica</i>	S.N.C.		0,06			0,03	
A	H	N.I.	Peludo					0,04	
P	H	<i>Cordia bullata</i>	Verrugoso		0,20			0,42	
P	L	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	0,6	0,09	0,05		0,01	
A	L	<i>Manihot esculenta</i>	Yuca montera			0,03			0,06
P	L	<i>Albizia guachapele</i>	Gavilán					0,03	
P	L	N.I.	Matorral		0,01			0,03	
<i>Total %</i>					34,90	13,88		36,57	9,98

Anexo 4. Tratamiento Vega

A. Especies Neutras por las vacas en el Tratamiento Vega.

Ciclo	Tipo	Nombre Científico	Nombre Común	Época Seca			Época Húmeda		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
P	G	<i>Paspalum notatum</i>	Gramina nativa	1,3	5,10	6,57			
P	H	<i>Ipomoea batatas</i>	Batatilla 1	1,3	0,14	0,18			
P	H	<i>Centrosema plumieri</i>	Gallito	1,0	0,28	0,29	0,0	0,72	0,0
A/P	H	<i>Scoparia dulcis</i>	Culantrillo	0,0	0,03		1,0	0,08	
P	H	<i>Sida acuta</i>	Escoba lisa	0,4	3,82	1,45	1,0	2,87	3,0
P	G	<i>N.I.</i>	Pasto peludo		0,68		1,0	2,82	2,9
A	H	<i>Stizolobium pruriens</i>	Pica pica	1,0	0,11	0,10		0,09	
P	G	<i>Andropogon gayanus</i>	Gamba	0,9	0,07	0,07			
P	H	<i>Achyranthes aspera</i>	Picha de gato	0,9	4,44	3,99	0,2	1,05	0,2
A/P	H	<i>Gomphrena serrata</i>	Diente de leon	0,9	0,02	0,01			
P	H	<i>Centrosema pubescens</i>	Patito	0,9	0,77	0,66	0,4	1,56	0,6
P	G	<i>Paspalum conjugatum</i>	Gramina común	0,8	2,04	1,61	0,05	0,70	0,0
Total %					22,49	17,76		12,48	7,90

B. Especies Rechazadas por las vacas en el Tratamiento Vega

Ciclo	Tipo	Nombre Científico	Nombre Común	Época Seca			Época Húmeda		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
A	H	<i>Blechum2 sp.</i>	S.N.C.	0,3	2,60	0,85			
P	H	<i>Oxalis corniculata</i>	Fructicosa	0,30	2,69	0,80	0,1	2,16	0,11
A	G	<i>Melinis sp.</i>	S.N.C.	0,3	0,68	0,18			
P	L	<i>Pithecellobium oblongum</i>	Aromo	0,2	0,28	0,07			
P	H	<i>Blechum pyramidatum</i>	S.N.C.	0,2	12,46	2,73	0,2	15,29	3,5
P	H	<i>Elephantopus spicatus</i>	Escoba san antonio	0,1	1,06	0,13		0,73	
P	H	<i>Triumfetta Triumfetta lappula</i>	Mozote de caballo	0,1	0,18	0,02		0,08	
P	H	<i>Dichromena ciliata</i>	Estrellita blanca	0,1	0,29	0,03	0,1	0,23	0,02
P	H	<i>Desmodium distortum</i>	S.N.C.	0,1	0,74	0,06		0,23	
P	G	<i>Cynodon plectostachyus</i>	Pasto estrella	0,6	4,75	2,72	0,5	2,57	1,2
A	H	<i>Cyperus sp.</i>	S.N.C.	0,04	1,36	0,06		2,48	
P	H	<i>Blechum3 sp.</i>	Blechum3	0,01	6,55	0,08		2,13	
P	H	<i>Teramnus uncinatus</i>	S.N.C.		0,05		0,6	0,14	0,1
P	G	<i>Oplismenus burmannii</i>	Gramma de conejo	0,02	2,86	0,06	0,8	0,87	0,7
P	L	N.I.	Matorral	0,69	0,06	0,04			
P	G	<i>Hyparrhenia rufa</i>	Jaragua	0,66	0,37	0,25			
P	H	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Siratiro	0,4	0,24	0,10		0,03	
P	G	<i>Panicum sp.</i>	S.N.C.				0,4	2,00	0,8
P	H	<i>Smilax spinosa</i>	Corona de cristo					0,09	
P	H	<i>Scleria melaleuca</i>	Navajueta		0,04			0,46	
P	L	<i>Combretum fruticosum</i>	Papamiel		0,04				
P	H	<i>Acalypha alopecuroides</i>	Gusanillo		0,03			0,05	
A	H	<i>Baltimora recta</i>	Flor amarilla		0,09		0,2	1,82	0,3
P	H	<i>Ligodium venustum</i>	Helecho					0,02	
P	L	<i>Mimosa albida</i>	Zarza gato					0,02	
P	H	<i>Senna obtusifolia</i>	Pico de pajaro		0,02			0,11	
P	H	<i>Mimosa pudica</i>	Dormilona		0,13			0,06	
A	H	<i>Gromphrena sarrata</i>	Tallo morado		0,02			0,04	

Ciclo	Tipo	Nombre Científico	Nombre Común	Época Seca			Época Húmeda		
				IS	% T. Vaca	% Dieta	IS	% T. Vaca	% Dieta
P	H	<i>Waltheria indica</i>	S.N.C.		0,14			0,19	
P	H	<i>Desmodium procumbens</i>	S.N.C.		0,02			0,02	
P	H	<i>Sida jussieana</i>	S.N.C.		0,30			0,16	
P	H	<i>Commelina diffusa</i>	Commelina difusa		0,14			0,31	
A	H	<i>Hyptis capitata</i>	Bola blanca		0,13			0,54	
A	H	<i>Hyptis pectinata</i>	Chang menudo		0,11			0,02	
P	H	<i>Rhynchosia minima</i>	S.N.C.		0,07				
P	H	<i>Cordia bullata</i>	Verrugoso		0,02				
Total %					38,51	8,17		32,84	6,74