

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN  
ESCUELA DE POSGRADO**

**INFLUENCIA DE LA COBERTURA ARBOREA DE SISTEMAS SILVOPASTORILES EN  
LA DISTRIBUCIÓN DE GARRAPATAS EN FINCAS GANADERAS EN EL BOSQUE  
SECO TROPICAL**

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

**MAGISTER SCIENTIAE**

**POR**

**ALEXANDER NAVAS PANADERO**

**Turrialba, Costa Rica**

**2003**

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la Escuela de Posgraduados, el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y aprobada por el comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de *Magíster Scientiae*.

**FIRMANTES:**

---

Muhammad Ibrahim, Ph.D  
**Consejero Principal**

---

Víctor Álvarez, Mag. Sc.  
**Miembro del Comité Asesor**

---

Fernando Casanoves, Mag. Sc.  
**Miembro del Comité Asesor**

---

Jairo Mora, Mag. Sc.  
**Miembro del Comité Asesor**

---

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

---

Alexander Navas Panadero  
**Candidato**

## DEDICATORIA

A mis padres; Luis Hernando y Ana Libia, quienes con su amor, ejemplo, esfuerzo y sacrificio me han mostrado el camino y me han enseñado que las pequeñas cosas hacen grandes hombres.

A Freddy a quien respeto y admiro y quien asumió mis responsabilidades en el hogar

A Neidy quien con su amor, confianza y respeto me ha permitido soñar y confiar en el futuro.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, luz y eje de mí vida, quien sabe y me da lo que necesito.

Al Dr. Muhammad Ibrahim, por la amistad, consejo y gran colaboración durante estos años de estudio. Por la acertada dirección de este trabajo y de mí plan de estudios.

A Jairo Mora, Víctor Álvarez y Fernando Casanoves, miembros del comité, por los aportes, comentarios y sugerencias que contribuyeron a mejorar el documento.

A la Dra. Celia Harvey por la colaboración y los aportes oportunos, desde la dirección de la maestría y la coordinación del proyecto FRAGMENT.

Al equipo del proyecto FRAGMENT y del departamento de Agroforestería por su colaboración desinteresada.

A los productores de Cañas, quienes me acogieron y compartieron su experiencia y conocimiento.

A mis compañeros de promisión, por su amistad y convivencia, de quienes recibí lo bueno y lo malo, pero al final aprendí .

A los amigos que ya partieron y que se quedan, por su amistad y por compartir “todos” los momentos.

Mil gracias a los campesinos y productores, que a lo largo de mí formación personal y profesional, me han enseñado lo que no se encuentra en los libros y me han hecho reflexionar sobre la importancia y el sentido de mi formación.

**NAVAS, A. 2003.** Influencia de la cobertura arbórea de Sistemas Silvopastoriles en la distribución de garrapatas en fincas ganaderas en el bosque seco tropical. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 77 p.

**Palabras claves:** Parasitología, ectoparásitos, cobertura arbórea, ganado bovino, sistemas silvopastoriles, ganadería tropical.

## RESUMEN

Las grandes pérdidas económicas producidas por las garrapatas hacen que los productores busquen medidas efectivas de control. La deforestación de las pasturas se ha implementado en algunas regiones como medida de control debido a que los productores mencionan que estos ectoparásitos se localizan bajo la copa de los árboles. Los sistemas silvopastoriles tienen un gran impacto en la producción ganadera del trópico seco debido a los beneficios que ofrecen a los animales especialmente en épocas secas. El objetivo de este trabajo es generar información acerca de la influencia de la cobertura arbórea de sistemas silvopastoriles en la distribución de garrapatas en el suelo de fincas ganaderas en el trópico seco. El trabajo se realizó en cuatro fincas de la provincia de Guanacaste, Costa Rica. Se evaluó la influencia de la cobertura de árboles en grupo, árboles individuales, cercas vivas y áreas de potrero abierto establecidos en pasturas de *B. brizantha* y *H. rufa*, además se compararon tres especies de árboles individuales con diferente arquitectura de copa. No se encontraron diferencias en el número de sitios con larvas de garrapatas ( $p = 0,7691$ ) ni en el número total de larvas en el suelo ( $p = 0,1794$ ) entre los sistemas silvopastoriles y las áreas de potrero abierto, tampoco hubo diferencias entre las especies de árboles individuales. Se presentó mayor número de larvas de garrapatas en el suelo de potreros con pastura de *B. brizantha* y cuando predominó la cobertura de gramíneas (89,1 %). El número total de larvas de garrapatas en el suelo tuvo relación con la cobertura de los árboles dispersos en el potrero ( $p = 0,0019$ ), estuvo correlacionada con la humedad relativa ( $p = 0,0035$ ) y la temperatura ambiental ( $p = 0,0045$ ). El número de sitios con larvas de garrapata en el suelo presentó una relación negativa con el área de copa ( $p = 0,0323$ ). El microclima bajo la copa de los árboles en los sistemas silvopastoriles favorece el desarrollo y la supervivencia de las garrapatas pero no difiere de las condiciones ambientales que ofrecen las áreas sin cobertura arbórea, por lo tanto los sistemas silvopastoriles no tiene un fuerte impacto en la distribución de larvas de garrapatas en el suelo de los potreros.

**NAVAS, A. 2003.** Influence of tree cover in silvopastoral systems on tick distribution on cattle farms in dry tropical forest. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 77 p.

**Keywords:** parasitology, ectoparasites, tree cover, livestock, silvopastoral systems, tropical cattle.

## SUMMARY

The significant economic losses caused by ticks are an incentive for producers to search for effective control measures. Producers who claim that ectoparasites are present under tree canopies often use pasture deforestation as a measure of control. The benefits offered by silvopastoral systems have a significant impact on livestock production in the tropics, particularly during the dry season. The objective of the study was to generate information regarding the influence of tree cover in silvopastoral systems on tick distribution in the soil of livestock (cattle) farms in the dry tropics. The research was conducted on four farms in the province of Guanacaste, Costa Rica. The influence of trees in groups, individual trees, live fences, and open *B. brizantha* y *H. Rufa* pasture was evaluated. Additionally, three species of trees with different canopy architecture were compared. Comparing silvopastoral systems and open pasture, no significant difference was found in the number of sites with tick larvae ( $p = 0,7691$ ), or in the total number of larvae in the soil ( $p = 0,1794$ ). Equally, no difference was found between the different tree species. The largest number of tick larvae in the soil was found in *B. brizantha* pasture with a predominant grass cover (89,1%). A relationship was found between total number of tick larvae in the soil and individual trees in pastures ( $p = 0,0019$ ), relative humidity ( $p = 0,0035$ ), and ambient temperature ( $p = 0,0045$ ). A negative relationship was found between the number of sites with tick larvae in the soil and canopy area ( $p = 0,0323$ ). The microclimate under tree canopies in silvopastoral systems favors the development and survival of ticks; however, this does not differ from the environmental conditions experienced by areas without tree cover. Therefore, it can be concluded that silvopastoral systems do not have a strong impact on the distribution of tick larvae in pasture soil.

## CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
CONTENIDO	vii
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURA	ix
LISTA DE ANEXO	x
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
2.1. OBJETIVO GENERAL	3
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
<b>3. HIPÓTESIS</b>	<b>4</b>
<b>4. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>5</b>
4.1. IMPORTANCIA DE LAS GARRAPATAS A NIVEL MUNDIAL	5
4.1.1. Perdidas económicas	5
4.1.2. Efectos sobre la salud publica	5
4.1.3. Efectos sobre los animales	6
4.2. ECOLOGÍA Y CICLO BIOLÓGICO DE LAS GARRAPATAS	7
4.2.1. Distribución	7
4.2.2. Condiciones ambientales para el desarrollo de garrapatas	7
4.2.3. Hospederos	8
4.2.4. Ciclo biológico	9
4.3. EFECTOS DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES	12
4.3.1. Microclima y condiciones ambientales en sistemas silvopastoriles	12
4.3.2. Efecto climático de los sistemas silvopastoriles sobre los animales	14
4.3.3. Nutrición y calidad de forrajes en los sistemas silvopastoriles	15
4.4. MEDIDAS DE CONTROL DE LAS GARRAPATAS	16
4.4.1. Pasturas y manejo	16
4.4.2. Control biológico	18
4.4.3. Selección de razas bovinas	18
4.4.4. Vacunas	19
4.4.5. Control químico y resistencia a acaricidas	19
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>20</b>
5.1. ÁREA DE ESTUDIO	20
5.1.1. Localización	20
5.1.2. Clima	20
5.1.3. Sistemas productivos	21
5.2. SELECCIÓN DE LAS FINCAS	21
5.3. DISEÑO EXPERIMENTAL	22
5.3.1. Tratamientos	23
5.3.2. Selección de sistemas e individuos para muestreo en las fincas	23
5.4. VARIABLES EVALUADAS	24
5.4.1. Características de los árboles	24

5.4.2. Radiación fotosintéticamente activa (RAFA)	24
5.4.3. Temperatura y humedad del suelo	25
5.4.4. Temperatura ambiente y humedad relativa	25
5.4.5. Sustrato sobre el suelo	26
5.4.6. Ubicación animal	26
5.4.7. Determinación de garrapatas en el suelo	26
5.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	27
<b>6. RESULTADOS</b>	<b>29</b>
6.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ÁRBOLES	29
6.2. TEMPERATURA DEL SUELO Y HUMEDAD GRAVIMÉTRICA	30
6.3. TEMPERATURA AMBIENTE Y HUMEDAD RELATIVA	31
6.4. SUSTRATO SOBRE EL SUELO	33
6.5. UBICACION ANIMAL	37
6.6. DETERMINACIÓN DE GARRAPATAS EN EL SUELO	39
<b>7. DISCUSIÓN</b>	<b>57</b>
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>63</b>
<b>9. RECOMENDACIONES</b>	<b>64</b>
<b>10. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>73</b>



## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Ciclo biológico de las garrapatas <i>B. microplus</i> y <i>A. cajennense</i> .	11
Cuadro 2.	Efectos climáticos de las barreras rompevientos reportados por diferentes autores.	11
Cuadro 3.	Efectos benéficos de la sombra en la producción animal.	14
Cuadro 4.	Tratamientos para determinar la distribución de garrapatas en diferentes sistemas silvopastoriles y potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.	23
Cuadro 5.	Variables y frecuencia de medición durante el experimento.	24
Cuadro 6.	Características dasométricas y radiación fotosintéticamente activa de los árboles en los sistemas silvopastoriles de la zona de Cañas, Costa Rica.	29
Cuadro 7.	Características dasométricas y radiación fotosintéticamente activa de los árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica.	29
Cuadro 8.	Temperatura del suelo tomada a tres horas del día y humedad gravimétrica promedio en sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.	30
Cuadro 9.	Temperatura del suelo tomada a tres horas del día y humedad gravimétrica promedio bajo los árboles individuales de tres especies, en la zona de Cañas, Costa Rica.	31
Cuadro 10.	Temperatura ambiente promedio y humedad relativa promedio tomada a tres horas del día, en sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.	31
Cuadro 11.	Temperatura ambiente promedio y humedad relativa promedio tomada a tres horas del día, bajo tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica.	32
Cuadro 12.	Total de larvas de garrapatas recolectadas en el suelo de sistemas silvopastoriles y potrero abierto durante la fase de muestreo en la zona de Cañas, Costa Rica.	40
Cuadro 13.	Promedio de larvas de garrapatas recolectadas en el suelo de sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto establecidos en pasturas de <i>Hyparrhenia rufa</i> y <i>Brachiaria brizantha</i> en la zona de Cañas, Costa Rica.	40
Cuadro 14.	Total de larvas de garrapatas recolectadas en el suelo de tres especies de árboles individuales durante la fase de muestreo en la zona de Cañas, Costa Rica.	41
Cuadro 15.	Promedio de larvas de garrapatas recolectadas en el suelo de tres especies de árboles individuales establecidos en pasturas de	

	<i>Hyparrhenia rufa</i> y <i>Brachiaria brizantha</i> en la zona de Cañas, Costa Rica.	42
Cuadro 16.	Total de larvas de garrapatas recolectadas en el suelo de pasturas de <i>Hyparrhenia rufa</i> y <i>Brachiaria brizantha</i> durante el período evaluado en la zona de Cañas, Costa Rica.	43
Cuadro 17.	Porcentaje de sitios con presencia de larvas de garrapatas según diferentes sustratos encontrados en el suelo de sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica (n = 92).	44
Cuadro 18.	Porcentaje de sitios con presencia de larvas de garrapatas según diferentes sustratos encontrados en el suelo bajo tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica (n = 26).	44
Cuadro 19.	Regresión logística, variable dependiente presencia de larvas de garrapatas en el suelo de sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.	46
Cuadro 20.	Correlación entre el número total de larvas de garrapatas en el suelo, área del potrero, densidad arbórea y porcentaje de cobertura arbórea en sistemas silvopastoriles en la zona de Cañas, Costa Rica.	48
Cuadro 21.	Porcentaje de variabilidad explicada en dos componentes y peso de las variables (edáficas, dasométricas y ambientales) para la asociación pastura-sistema en sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.	50
Cuadro 22.	Porcentaje de variabilidad explicada en dos componentes y peso de las variables (dasométricas) para la asociación pastura-sistema en sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.	52
Cuadro 23.	Porcentaje de variabilidad explicada en dos componentes y peso de las variables (edáficas, dasométricas y ambientales) para la asociación pastura-especie en tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica.	54
Cuadro 24.	Porcentaje de variabilidad explicada en dos componentes y peso de las variables (dasométricas) para la asociación pastura-especie en tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica.	56

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Esquema del ciclo evolutivo de *Boophilus microplus* (garrapata de un huésped). A. Macho; B. Hembra ovígera; C. Hembra de oviposición; D. Huevo en incubación; E. Huevo con larva; F. Larva en eclosión en el suelo; G. Larva en ayuno; H. Larva alimentándose; I. Ninfa. Tomado de Quiroz (1994). 10
- Figura 2. Esquema de ciclo evolutivo de *Amblyomma cajenense* 1. Primer huésped, 2. Segundo huésped, 3. Tercer huésped. A. Macho adulto; B. Hembra adulta; C. Hembra ovígera; D. Huevo; E. Huevo con embrión; F. Huevo con larva; G. Eclosión; H. Larva en ayuno; I. Larva alimentándose; J. Larva en el suelo muda; K. Ninfa; L. Ninfa parásita; M. Muda en la ninfa; N. Adulto en ayuno. Tomado de Quiroz (1994). 10
- Figura 3. Método de arrastre o barrido con manta para capturar larvas de garrapatas en potreros. 27
- Figura 4. Porcentaje de sustratos (gramíneas, malezas, piedras, hojarasca y suelo descubierto) en los sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto establecidos en praderas de *Brachiaria brizantha* en la zona de Cañas, Costa Rica 33
- Figura 5. Porcentaje de sustratos (gramínea, malezas, piedras, hojarasca y suelo descubierto) bajo los árboles individuales de tres especies en praderas de *Brachiaria brizantha* en la zona de Cañas, Costa Rica. 34
- Figura 6. Porcentaje de diferentes sustratos (gramínea, malezas, piedras, hojarasca y suelo descubierto) en los sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en praderas de *Hyparrhenia rufa* en la zona de Cañas, Costa Rica. 35
- Figura 7. Porcentaje de sustratos (gramínea, malezas, piedras, hojarasca y suelo descubierto) bajo los árboles individuales de tres especies en praderas de *Hyparrhenia rufa* en la zona de Cañas, Costa Rica. 36
- Figura 8. Localización de los bovinos bajo la cobertura arbórea de tres sistemas silvopastoriles y en áreas de potrero abierto en tres horas del día en la zona de Cañas, Costa Rica. 37
- Figura 9. Localización de los bovinos bajo la cobertura arbórea y en áreas de potrero abierto en tres horas del día en la zona de Cañas, Costa Rica. 38
- Figura 10. Porcentaje de sitios muestreados con presencia o ausencia de larvas de garrapatas en fincas de Cañas, Costa Rica (n = 551). 39
- Figura 11. Presencia de larvas de garrapatas en el suelo de sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica (n = 92). 39
- Figura 12. Presencia de larvas de garrapatas en el suelo de tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica (n = 26). 41

Figura 13. Presencia de larvas de garrapatas recolectadas en el suelo de praderas establecidas con <i>Brachiaria brizantha</i> y <i>Hyparrhenia rufa</i> en la zona de Cañas, Costa Rica (n = 92).	42
Figura 14. Presencia de larvas de garrapatas en diferentes sustratos sobre el suelo de potreros en la zona de Cañas, Costa Rica (n = 94).	43
Figura 15. Análisis de conglomerados (método Promedio, distancia Euclidea) con el número total de larvas de garrapatas encontradas en el suelo para la asociación pastura-sistema de sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.	45
Figura 16. Análisis de conglomerados (método Promedio, distancia Euclidea) con número total de larvas de garrapatas encontradas en el suelo para la asociación pastura-especie de tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica.	46
Figura 17. Relación entre el número de larvas de garrapatas en el suelo de sistemas silvopastoriles y el área de la copa en la zona de Cañas, Costa Rica.	47
Figura 18. Relación entre número total de larvas de garrapatas en el suelo de potreros con sistemas silvopastoriles y el porcentaje de cobertura arbórea en el potrero en la zona de Cañas, Costa Rica.	48
Figura 19. Análisis de componentes principales con las variables edáficas, dasométricas y ambientales para la asociación pastura-sistema en sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.	49
Figura 20. Análisis de conglomerados (método Promedio, distancia Euclidea) con las variables edáficas, dasométricas y ambientales para la asociación pastura-sistema en sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.	50
Figura 21. Análisis de componentes principales con las variables dasométricas para la asociación pastura-sistema en sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.	51
Figura 22. Análisis de conglomerados (método Promedio, distancia Euclidea) con las variables dasométricas para la asociación pastura-sistema en sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.	52
Figura 23. Análisis de componentes principales con las variables edáficas, dasométricas y ambientales para la asociación pastura-especie en tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica.	53
Figura 24. Análisis de conglomerados (método Promedio, distancia Euclidea) con las variables edáficas, dasométricas y ambientales para la asociación pastura-especie en tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica.	54

- Figura 25. Análisis de componentes principales con las variables dasométricas para la asociación pastura-especie en tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica. 55
- Figura 26. Análisis de conglomerados (método Promedio, distancia Euclidea) con las variables dasométricas para la asociación pastura-especie en tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica. 56

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.	Evapotranspiración de los últimos 8 años en la zona de Cañas, Costa Rica. (Estación Meteorológica Ingenio Taboga).	73
Anexo 2.	Precipitación de los últimos 8 años en la zona de Cañas, Costa Rica. (Estación Meteorológica Ingenio Taboga).	74
Anexo 3.	Temperatura ambiental de los últimos 8 años en la zona de Cañas, Costa Rica. (Estación Meteorológica Ingenio Taboga).	75
Anexo 4.	Vientos en los últimos 8 años en la zona de Cañas, Costa Rica. (Estación Meteorológica Ingenio Taboga).	76
Anexo 5.	Humedad relativa en los últimos 8 años en la zona de Cañas, Costa Rica. (Estación Meteorológica Ingenio Taboga).	77

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la producción ganadera se ha incrementado en América Central produciendo un aumento en la población bovina y en las áreas de pasturas (Kaimowitz 2001), el incremento de las áreas en pastos se ha realizado principalmente a partir de la deforestación de los bosques, en algunas ocasiones parte de la vegetación original permanece en los potreros mostrando un paisaje fragmentado.

El establecimiento de sistemas silvopastoriles a partir del manejo que los productores dan a la regeneración natural ayuda a reducir algunos de los factores que limitan la producción bovina en el trópico, estos sistemas tienen un papel importante en la producción y en la rentabilidad de los sistemas ganaderos en la zona (Casasola 2000).

En el trópico uno de los factores que limitan la ganadería son las garrapatas las cuales afectan 80 % de la población bovina del mundo (Quiroz 1994), las pérdidas por este ectoparásito se calculan alrededor de 1.6 billones de dólares al año (Barriga 1997). *Boophilus microplus* es la garrapata de mayor importancia económica en México, Centroamérica, Sudamérica y Australia (Quiroz 1994).

Las pérdidas económicas están representadas en el daño a las pieles, reducción de la producción de carne y/o leche (Blood y Radostits 1992), transmisión de enfermedades zoonóticas (Preston y Leng 1990, Rodríguez y Dominguez 2000), elevados costos de control y tratamientos de enfermedades (Benavides 1995) y problemas reproductivos en los animales (Mateus 1982, Hafez 1996).

En búsqueda de controlar las garrapatas se han remplazado pasturas naturales por mejoradas (Cordoves y Vitorte 1989) utilizado especies de gramíneas y leguminosas con efecto repelente (Fernández *et al.* 1999, Wilson *et al.* 1989), se ha utilizado baños con diferentes insecticidas algunos de los cuales en la actualidad presentan resistencia (Álvarez *et al.* 2001, Benavides 1995), además se han realizado otras prácticas.

La deforestación de las praderas se ha utilizado como medida de control ya que se piensa que las áreas deforestadas afectan el ciclo de vida de algunas garrapatas (Mangold *et al.* 1994).

Guglielmone *et al.* (1981) mencionan que los principales factores para el desarrollo y supervivencia de las garrapatas son la humedad relativa (60 a 80 %) y la temperatura

ambiente (27 a 39 °C), los ambientes secos afectan el desarrollo de los huevos y la supervivencia larvaria. En el trópico, bajo la copa de los árboles de sistemas silvopastoriles la humedad relativa se incrementa (Pezo e Ibrahim 1998, Casa *et al.* 1993), mientras que la temperatura ambiental se reduce (Wilson y Ludlow 1991, Reynolds 1995).

No se conoce la dinámica poblacional de las garrapatas en sistemas silvopastoriles, Mangold *et al.* (1994) encontraron los picos poblacionales de *B. microplus* cuando los animales estaban en áreas deforestadas, al siguiente año los encontraron en áreas forestadas, para otras especies de garrapatas siempre los encontraron en áreas forestadas. Guglielmone *et al.* (1990) encontraron menores densidades de garrapatas en áreas abiertas que en áreas forestadas y mencionan que pueden estar relacionadas con las altas temperaturas de las áreas abiertas.

La presencia de larvas de garrapatas en los árboles en pasturas puede estar más asociada con árboles individuales que con géneros específicos o especies de árboles (Carroll 1996, Slowik y Lane 2001). Otro factor importante en la regulación de las poblaciones de las garrapatas podría ser la preferencia de sus hospederos por hábitat forestados, sin embargo esto no se ha investigado (Guglielmone *et al.* 1990).

Se pretende generar información acerca de la influencia de la cobertura arbórea de sistemas silvopastoriles en la distribución de larvas de garrapatas en el suelo de fincas ganaderas del trópico seco. La información ayudará a entender las interacciones entre los árboles y estos ectoparásitos de manera que permita buscar alternativas integrales de control para mantener en equilibrio las poblaciones de garrapatas en el ecosistema de fincas ganaderas y eliminar la deforestación como medida de control.



## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Generar información acerca de la influencia de la cobertura arbórea de sistemas silvopastoriles en la distribución de larvas de garrapatas en la vegetación de fincas ganaderas del trópico seco.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

2.2.1. Cuantificar las larvas de garrapatas en pasturas bajo la cobertura arbórea de sistemas silvopastoriles (cercas vivas, árboles en grupo y árboles individuales) y en áreas de potrero abierto.

2.2.2. Comparar la presencia de larvas de garrapatas en dos especies de pastos, *Hyparrhenia rufa* (nativo) y *Brachiaria brizantha* (mejorado).

2.2.3. Determinar la influencia de los árboles *Guazuma ulmifolia*, *Tabebuia rosea* y *Cordia alliodora* dispersos en potrero en la distribución de larvas de garrapatas.

2.2.4. Identificar los sitios del potrero preferidos por los bovinos durante el día (cercas vivas, árboles en grupo, árboles individuales o potrero abierto).

### 3. HIPOTESIS

- 3.1. La cobertura arbórea de los sistemas silvopastoriles favorece la presencia de larvas de garrapatas en la vegetación de las fincas ganaderas.
- 3.2. Existen diferencias en la distribución de larvas de garrapatas entre cercas vivas, árboles en grupo, árboles individuales y potrero abierto.
- 3.3. La distribución de larvas de garrapatas se ve afectada por el tipo de pastura establecida en el potrero, *Hyparrhenia rufa* (nativo) o *Brachiaria brizantha* (mejorado).
- 3.4. Las diferencias en arquitectura entre árboles de *Guazuma ulmifolia*, *Tabebuia rosea* y *Cordia alliodora* distribuidos de manera individual en los potreros afectan la distribución de larvas de garrapatas.

## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. IMPORTANCIA DE LAS GARRAPATAS A NIVEL MUNDIAL

#### 4.1.1. Pérdidas económicas

Uno de los principales problemas de la producción ganadera del trópico son los parásitos los cuales impiden a los animales expresar su potencial productivo, además generan grandes pérdidas económicas. Las garrapatas son ectoparásitos de distribución mundial, se estima que 80% de la población bovina del mundo sufre los efectos de estos parásitos (Quiroz 1994).

Las pérdidas a nivel mundial por garrapatas están cerca de 1.6 billones de dólares al año (Barriga 1997). *Boophilus* es la garrapata de mayor importancia económica en México, Centroamérica, Sudamérica y Australia (Quiroz 1994).

Las pérdidas económicas están representadas en el daño a las pieles que pierden valor para la industria, reducción de la producción de carne y/o leche (Blood y Radostits 1992), transmisión de enfermedades y toxinas (Preston y Leng 1990), altos costos en control y tratamientos de enfermedades (Benavides 1995).

En algunas zonas esta problemática ha limitado la introducción de ganado especializado o planes de mejoramiento genético (Duran 1990).

#### 4.1.2. Efectos sobre la salud pública

Las garrapatas son vectores en la transmisión de enfermedades zoonóticas, por esto son consideradas como un problema de salud pública en el mundo (Rodríguez y Dominguez 2000). Transmiten enfermedades como babesiosis, enfermedad de Lyme, fiebre botonosa, fiebre maculosa de las montañas rocosas, fiebre Q y fiebre recurrente entre otras. Algunas de estas enfermedades presentan manifestaciones subclínicas (babesiosis) y en el hombre pueden causar la muerte (Acha y Szyfres 1986).

*B. microplus* es vector principalmente de babesiosis y anaplasmosis, mientras que *A. cajennense* es vector de fiebre manchada, fiebre Q y brucelosis (Quiroz 1994, Acha y Szyfres 1986)

#### 4.1.3. Efectos sobre los animales

Estos ectoparásitos causan en el animal desde simple estrés hasta enfermedades y reducción de la producción.

Las infestaciones por *B. microplus* pueden causar enfermedades infecciosas como babesiosis, anaplasmosis y borreliosis con manifestaciones clínicas como artritis, laminitis, sinovitis y mastitis que pueden llegar a incapacitar al animal (Rodríguez y Domínguez 2000).

Una garrapata puede extraer entre 0.5 y 2.5 ml de sangre, además de transmitir hemoparásitos y dependiendo del grado de infestación puede causar en el animal anemia y en algunos casos la muerte (Blood y Radostits 1992). De igual manera *A. cajennense* transmite *leptospira pomona* causando fiebre, debilidad y muerte de los animales (Soulsby 1987).

Infestaciones de *B. microplus* en el ganado han mostrado signos y cambios patológicos que sugieren una toxicosis y parálisis (Quiroz 1994). Los piquetes además de dañar la piel causan irritaciones, abscesos, infecciones bacterianas o micóticas secundarias y ataque de moscas gusaneras (Bram 1975, Barriga 1997).

Las garrapatas tienen efectos negativos sobre la producción, se conoce el complejo de ganado engarrapatado donde intervienen garrapatas de los géneros *Boophilus* y *Amblyomma* asociados con infecciones de hemoparásitos dando como resultado cuadros clínicos de anemia, retardo en el crecimiento y baja fertilidad (Quiroz 1994). Rodríguez y Domínguez (2000) mencionan que la irritación provocada por las garrapatas tiene un efecto depresivo sobre la producción de carne y leche lo que es proporcional al número de garrapatas.

Las enfermedades (babesiosis, anaplasmosis y tripanosomiasis) transmitidas por estos ectoparásitos pueden afectar la reproducción de los animales al causar abortos (Hafez 1996), reabsorciones embrionarias (Mateus 1982) y mayor tiempo para alcanzar la madurez sexual (Blood y Radostits 1992).

## **4.2. ECOLOGÍA Y CICLO BIOLÓGICO DE LAS GARRAPATAS**

### **4.2.1. Distribución**

La distribución geográfica de las garrapatas esta determinada por factores ambientales como la temperatura, humedad, suelo y vegetación (Quiroz 1994).

*B. microplus* se encuentra en México, Centroamérica, Sudamérica, África, Australia (Quiroz 1994) y Asia (Barriga 1997), mientras que *A. cajennense* esta distribuida desde el sur de Estados Unidos, México, Centroamérica, Sudamérica (Soulsby 1987) y África del sur (Barriga 1997).

La variación estacional de las garrapatas es muy marcada, en el caso de *Boophilus* y *Amblyomma* en bovinos en la zona tropical de México la población disminuye notablemente durante noviembre a marzo, incrementándose de manera paralela con el aumento de la temperatura y de la humedad (Quiroz 1994). Además, la población de garrapatas está determinada por factores de manejo como la carga animal, quemas, inundaciones y sobre o sub pastoreo (Serra 1982).

### **4.2.2. Condiciones ambientales para el desarrollo de garrapatas**

Los principales factores para el desarrollo de las garrapatas son la humedad relativa y la temperatura ambiente (Barriga 1997), temperaturas por encima de 33 °C y humedades inferiores a 70 % perjudican la actividad biológica (Betancourt 1980). La longevidad de las garrapatas esta estrechamente relacionada con estos factores, la baja humedad es altamente destructiva al igual que la alta humedad debido a la proliferación de hongos sobre las garrapatas (Quiroz 1994). En zonas tropicales la temperatura permite la reproducción continua, pero los periodos secos pueden matarlas por desecación (Blood y Radostits 1992, Harley 1966).

La supervivencia larvaria depende en parte de la temperatura y humedad relativa a la cual que fue sometida en estado de huevo (Benavides 1983), además se ha encontrado que la supervivencia larvaria es más corta para la progenie de garrapatas expuestas en la estación seca y más larga en las de la estación húmeda (Harley 1966, Hitchcock 1955).

Las larvas pueden recuperar perdidas de agua producidas por bajas humedades relativas mediante la absorción de agua de la atmósfera durante subsecuentes periodos de alta

humedad relativa (Benavides 1983), también pueden beber agua cuando la encuentran libre especialmente en forma de rocío (Wilkinson y Wilson 1959).

Los fuertes vientos y la lluvias pueden desplazar la larvas de su posición de reposo en el pasto y aun que no las destruyan pueden acortar sus vidas al crearles un gasto de energía al tratar de volver a ganar posiciones favorables en la búsqueda de un hospedero (Wilkinson y Wilson 1959).

Algunos lugares pueden tener microclimas que favorecen el desarrollo y supervivencia de larvas, ninfas y adultos de garrapatas, Slowik y Lane (2001) encontraron que el musgo y las fisuras en troncos de árboles reducían la temperatura de la superficie en 1,9 °C (1,6 – 5 °C) y aumentaban la humedad relativa en 2,5 %. La composición botánica puede proporcionar microclimas favorables, la hojarasca en descomposición en los bosques (Sonenshine 1991) o aquella bajo los árboles en potrero (Slowik y Lane 2001, Carroll 1996).

Quiroz (1994) menciona que *B. microplus* no existe en áreas con precipitaciones promedio al año menores a 500 mm y es escasa en zonas con 750 mm, se encuentra en sabanas boscosas y es escasa en sabanas abiertas o desiertos, aunque penetra en zonas áridas cuando hay corrientes de agua.

#### **4.2.3. Hospederos**

La mayoría de las garrapatas muestran preferencia por una especie de hospedero, pero no son totalmente específicas, muchas parasitan una gran variedad de animales (Blood y Radostits 1992).

*B. microplus* muestra preferencia por bovinos, caprinos, equinos y ovinos (George 1989), además se puede encontrar en porcinos, caninos, rumiantes silvestres y en menor grado humanos (Rodríguez y Domínguez 2000).

*A. cajennense* se encuentra principalmente en caballos aunque puede parasitar una amplia gama de animales (Soulsby 1987). Barriga (1997) menciona que los estados preadultos de esta garrapata prefieren desarrollarse en pájaros o pequeños mamíferos y los adultos parasitan medianos y grandes mamíferos. Esta garrapata no es muy específica y puede infestar en cualquier estado una gran variedad de mamíferos incluyendo al hombre.

#### 4.2.4. Ciclo biológico

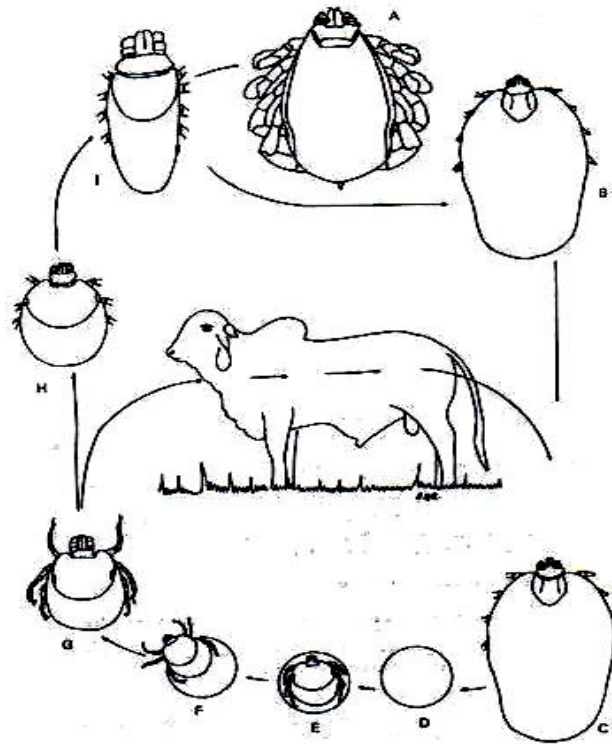
Las garrapatas pertenecen al orden Ixodoidea que se divide en dos familias: los argásidos y los ixódidos (Soulsby 1987).

Las garrapatas, según el número de hospederos que necesitan para completar su ciclo de vida, se clasifican en garrapatas de 1, 2 o 3 hospederos (Soulsby 1987). *B. microplus* es una garrapata de un hospedero, los tres estados (larva, ninfa, adulto) se alimentan del mismo animal, mientras que *A. cajennense* es una garrapata de tres hospederos, requiere un hospedero para cada estado, los cuales lo abandonan después de alimentarse y luego mudan en el suelo (Barriga 1997).

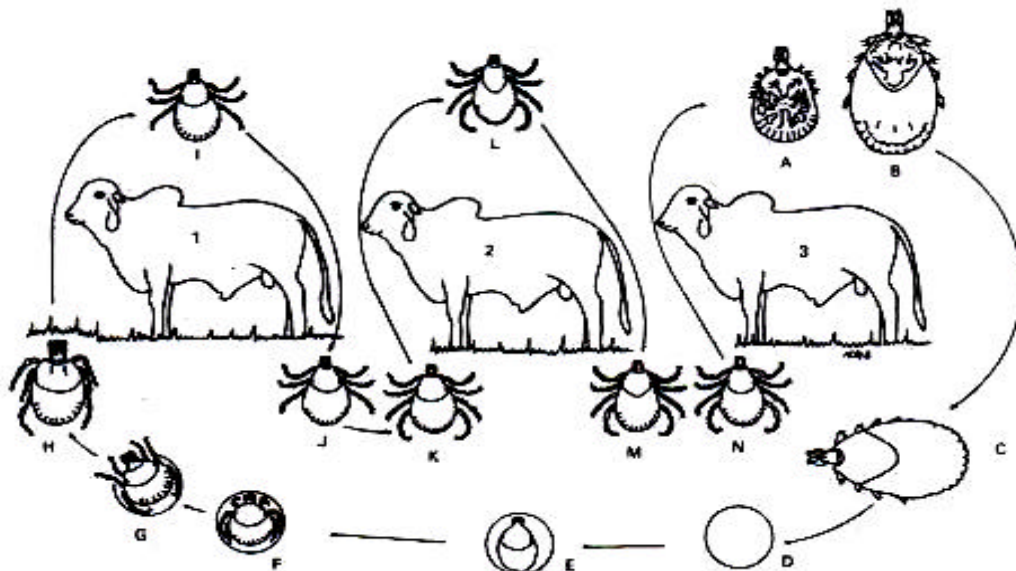
El ciclo de vida de las garrapatas tiene 4 estados: huevo, larva, ninfa y adulto, el desarrollo de los diferentes estados depende de la temperatura, retrasándose cuando la temperatura es baja, especialmente la eclosión de los huevos y el periodo de preoviposición de la hembra alimentada (Soulsby 1987). La preoviposición duró de 2 a 3 días a 36 °C de temperatura, cuando se redujo a 15 °C el periodo aumentó a 19 - 30 días, lo mismo sucedió con la oviposición que duro 14 días a 36 °C y aumento a 44 días a 15 °C de temperatura a (Hitchcock 1955).

Las garrapatas verdaderas (ixódidos) ponen sus huevos en lugares protegidos como grietas cerca al suelo, bajo las piedras o en el suelo (Soulsby 1987). *A. cajennense* hace la postura en lugares con vegetación alta, arbustos, drenajes y zanjas, que sean sombreados y húmedos (Serra 1982). Las hembras colocan los huevos en un solo lote y mueren.

La larva de garrapatas de un hospedero (Figura 1) eclosionada sube a la hierba y a los arbustos para esperar a que pase un hospedero al que se adhiere y después de alimentarse muda a ninfa posteriormente se alimenta y muda a adulto, mientras que la larva de garrapatas de tres hospederos (Figura 2) presentan el mismo ciclo pero cada fase (larva, ninfa y adulto) la realizan en un hospedero diferente, después de alimentarse caen al suelo para mudar y luego buscar otro hospedero para seguir con el ciclo. Después de la copula la hembra se alimenta y abandona al hospedero para buscar un lugar apropiado para depositar los huevos. Los machos permanecen más tiempo sobre el hospedero encontrándose en algunas épocas mayor número de machos, si por el contrario no hay machos sobre el hospedero, las hembras permanecerán por periodos más largos de lo normal (Soulsby 1987).



**Figura 1.** Esquema del ciclo evolutivo de *Boophilus microplus* (garrapata de un huésped). A. Macho; B. Hembra ovígera; C. Hembra de oviposición; D. Huevo en incubación; E. Huevo con larva; F. Larva en eclosión en el suelo; G. Larva en ayuno; H. Larva alimentándose; I. Ninfa. Tomado de Quiroz (1994).



**Figura 2.** Esquema de ciclo evolutivo de *Amblyomma cajenense* 1. Primer huésped, 2. Segundo huésped, 3. Tercer huésped. A. Macho adulto; B. Hembra adulta; C. Hembra ovígera; D. Huevo; E. Huevo con embrión; F. Huevo con larva; G. Eclosión; H. Larva en ayuno; I. Larva alimentándose; J. Larva en el suelo muda; K. Ninfa; L. Ninfa parásita; M. Muda en la ninfa; N. Adulto en ayuno. Tomado de Quiroz (1994).



El Cuadro 1 muestra las características del ciclo biológico de los géneros *B. microplus* y *A. cajennense*, se pueden observar las diferencias entre garrapatas de diferente número de hospederos.

**Cuadro 1.** Ciclo biológico de las garrapatas *B. microplus* y *A. cajennense*

<b>Ciclo biológico</b>	<b><i>Boophilus microplus</i></b>	<b><i>Amblyomma cajennense</i></b>
Puesta de la hembra	4400 huevos	1000-8000 huevos
Periodo de pre-ovoposición	3-39 días	5-13 días
Periodo de ovoposición	4-44 días	-----
Eclosión del huevo	14-146 días	23-117 días
Periodo que parásita al hospedador	17-52 días	-----
Nutrición de la larva	-----	3-9 días
Muda de la larva	-----	8-26 días
Nutrición de la ninfa	-----	3-8 días
Muda de la ninfa	-----	13-46 días
Nutrición de adulto	-----	9-24 días
Supervivencia de larvas no alimentadas	120 o más días	48-279 días
Supervivencia de ninfas no alimentadas	-----	3-476 días
Supervivencia de adultos no alimentados	-----	393-430 días

Fuente: Soulsby 1987

Las larvas cuando no encuentran un hospedero adecuado, se aglomeran en la base de las hojas y de esa manera conservan la humedad y la temperatura ideales para sobrevivir durante periodos variables (López 1980a). Las larvas y ninfas de *A. cajennense* se agrupan en grandes cantidades en las hojas y arbustos para buscar el hospedero, mientras que los adultos lo hacen en grupos menores a 15 individuos, este comportamiento no se observa cuando las hojas del pasto tienen menos de 18 cm de altura (Serra 1982).

Existe poco conocimiento sobre los aspectos cuantitativos de la supervivencia de larvas, la tendencia en el campo indica que los grupos de larvas disminuyen rápidamente y quedan pocas larvas en las hojas durante largos periodos (Snowball 1957, Wilkinson y Wilson 1959).

Serra (1982) menciona que las garrapatas presentan cierto grado de fotofobia o termofobia y a medida que la luz se intensifica, las garrapatas descienden o se ubican en el envés de las hojas, debido a esto *A. cajennense* prefiere la vegetación alta y densa. Se ha visto que los adultos son más activos que las larvas y ninfas en los sitios soleados, mientras que en lugares sombreados por árboles o lugares de mayor humedad como zanjas o canales el efecto solar no es tan fuerte, mostrando las garrapatas actividad a cualquier hora del día.

La localización de la garrapatas dentro del huésped depende de la especie, *B. microplus* se distribuye por todo el animal haciéndose más notoria la infestación en las orejas, tabla del cuello, región pectoral, axilas, base de la cola y región del periné (López 1980a).

### 4.3. EFECTOS DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES

#### 4.3.1. Microclima y condiciones ambientales en sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles presentan condiciones microclimáticas especiales, las cuales dependen del arreglo espacial de los árboles y de las características de la copa (densidad y estructura) de los árboles. Este microclima tiene gran importancia especialmente en las épocas del efecto del niño debido al fuerte impacto que presenta en América Central.

Wilson y Ludlow (1991) mencionan que en condiciones tropicales se ha encontrado que la temperatura bajo la copa de los árboles es 2 a 3 °C menor que la temperatura en áreas abiertas. Reynolds (1995) dice que en algunos lugares hay diferencias hasta de 9,5 °C. Además, la humedad relativa bajo la copa de los árboles se incrementa (Pezo e Ibrahim 1998). Bolivar (1998) encontró mayor humedad en el suelo en sistemas silvopastoriles que en áreas de pasturas en monocultivo, siendo mayor en la época seca (3.7%) que en la lluviosa (2.4%), lo que concuerda con lo encontrado por Belsky (1992).

El Cuadro 2 muestra el efecto de cortinas rompevientos sobre la humedad relativa, temperatura del suelo y la evapotranspiración encontrados por diferentes autores, se observa un incremento en la humedad relativa, reducción en la evapotranspiración y además reducción en la temperatura del suelo la cual se atribuye a la retención de humedad (Méndez *et al.* 2000).

**Cuadro 2.** Efectos climáticos de las barreras rompevientos reportados por diferentes autores

Factor climático	Dato	Autor
Humedad relativa	5 % (+)	Casa et al 1993
Humedad relativa	3 % (+)	Oboho y Nowboshi 1991
Temperatura suelo 5 y 30 cm	1° C (-)	Casa et al 1993
Evapotranspiración	1 a 4 mm (-)	Proyecto FAO Holanda DFPA 1995

Tomado y adaptado de Méndez 2000. (+) Aumenta; (-) Disminuye

Las condiciones microclimáticas de los sistemas silvopastoriles mencionadas pueden favorecer la supervivencia de las garrapatas ya que según Guglielmone *et al.* (1990) el microclima influye directamente sobre la reproducción y la supervivencia de las garrapatas, siendo ideal la temperatura de 27 a 39 °C y la humedad relativa de 60 a 80%.

Guglielmo *et al.* (1981) afirman que los ambientes secos afectan el desarrollo de los huevos de *B. microplus* y acortan el periodo de supervivencia de larvas al igual que las bajas temperaturas afectan la ovoposición de las teleoginas.

Mangold *et al.* (1994) muestran como el pico poblacional de *B. microplus* en un año se presentó cuando los animales estaban en pasturas naturales y en áreas deforestadas y en el año siguiente se presentó en áreas bajo las mismas pasturas pero forestadas. Además menciona que los picos poblacionales de *A. Cajennense*, al igual que el de otras garrapatas, se presentaron en pasturas naturales y en áreas forestadas.

Guglielmo *et al.* (1990) dicen que las menores densidades encontradas en las áreas abiertas, en comparación con áreas forestadas, pueden estar relacionadas con las altas temperaturas que hay en estas áreas, ya que las garrapatas pueden morir por deshidratación. Parece que la deforestación afecta grandemente el ciclo de vida de *Amblyomma* (Mangold *et al.* 1994).

La preferencia de los hospederos por hábitat forestados puede ser otro factor importante en la regulación de las poblaciones de las garrapatas, sin embargo esto no ha sido investigado (Guglielmo *et al.* 1990).

Slowik y Lane (2001) recolectaron ninfas de *I. pacificus* en troncos de árboles en pasturas y encontraron una relación entre el diámetro a la altura del pecho (DAP), la presencia de hojarasca y troncos con musgo. El microclima que genera el musgo en las fisuras de los troncos de los árboles favorece la presencia de ninfas.

La sombra generada por los árboles no fue importante en el estudio de Slowik y Lane (2001), mientras que Lane (1995) menciona que la sombra parece tener un efecto contraproducente en la actividad de *I. pacificus*, mientras que la humedad relativa esta correlacionada positivamente y la temperatura del suelo correlacionada negativamente con la actividad de *I. pacificus*.

La presencia de larvas de garrapatas en los troncos puede estar más asociada con árboles individuales que con géneros específicos o especies de árboles (Carroll 1996, Slowik y Lane 2001).

#### 4.3.2. Efecto climático de los sistemas silvopastoriles sobre los animales

Los bovinos son animales homeotermos, tienen un rango estrecho de temperatura en la cual pueden vivir, este rango o zona de confort para razas *Bos taurus* se encuentra entre 5 y 20 °C (Cowan *et al.*1993), mientras que para razas *Bos indicus*, la zona de termoneutralidad puede llegar hasta los 28°C. Si la temperatura sobrepasa el rango superior los animales entran en estrés calórico, presentándose efectos negativos sobre el animal.

El microclima generado por los árboles contribuye a reducir o eliminar el síndrome de estrés calórico, especialmente cuando la temperatura ambiental es elevada y cuando se trabaja con animales de razas europeas (Cowan *et al.* 1993). Las cortinas rompevientos tienen la capacidad de crear un microclima que favorece a los animales, al regular las condiciones extremas que pueden crear tensión o estrés térmico sobre ellos (Djimde *et al.* 1987). Los árboles reducen la radiación solar que llega a la superficie corporal del animal permitiendo que se mantenga entre su rango de termoneutralidad. McDaniel y Roark (1956) encontraron efectos positivos en los animales que pastorean áreas con sombra (artificial o natural).

El Cuadro 3 muestra los efectos de la sombra sobre los animales, se observan los múltiples beneficios especialmente la reducción o eliminación del estrés calórico, aumento en el consumo y otras actividades que permiten al animal tener en buenas condiciones su sistema inmunológico.

**Cuadro 3.** Efectos benéficos de la sombra en la producción animal.

<b>Efecto sobre:</b>	<b>Comentarios</b>
Comportamiento ingestivo	1. Más tiempo dedicado a rumiar y pastorear 2. Mayor consumo de alimentos 3. Disminución en los requerimientos de agua
Producción	1. Incremento en la eficiencia de conversión alimenticia 2. Mayores ganancias de peso, producción de leche y rendimiento de lana
Reproducción	1. Pubertad más temprana 2. Regularidad en el ciclo estral 3. Mayor libido 4. Mayor calidad de semen 5. Tasa de concepción más alta 6. Menos pérdidas embrionarias
Sobrevivencia	1. Mayor longevidad reproductiva útil. 2. Mayor respuesta inmunológica a enfermedades 3. Reducción de la tasa de mortalidad en animales jóvenes debido a: mejor condición y mayor producción de leche de las madres, menos dificultades al parto y mayor peso al nacimiento

Adaptado de: Pezo e Ibrahim (1998)

La infestación por garrapatas provoca reacciones inmunológicas en el animal, a las cuales el sistema inmune debe responder y crear resistencia (memoria inmunológica) para posteriores infestaciones, esto no se consigue cuando el animal está en estrés calórico, debido a que en estos casos el animal tiene deprimido el sistema inmune.

#### **4.3.3. Nutrición y calidad de forrajes en los sistemas silvopastoriles**

Un problema común en las zonas tropicales es la pérdida de la base forrajera en las explotaciones ganaderas durante los periodos secos, donde las pasturas son desecadas por los vientos y por el aumento en la evapotranspiración de los pastos (Norton 1988). La desecación de las pasturas causa la reducción en la cantidad y en la calidad nutricional de los pastos, los cuales no llenan los requerimientos nutricionales de los animales (Bird 1998).

Una garrapata consume entre 0.5 – 2.5 ml de sangre, tomando los nutrientes y energía que el animal debería utilizar para su crecimiento o producción (Barriga 1997), además cuando los animales presentan infestaciones altas asociadas a pastoreo en gramíneas de baja calidad los animales reducen el consumo voluntario (Preston y Leng 1990) lo empeora la situación.

La baja calidad de la dieta y el estrés nutricional disminuyen la resistencia de los bovinos a las garrapatas (Sutherst *et al.* 1983), lo que aumenta cuando hay reducción del consumo voluntario.

El microclima generado por diferentes arreglos de árboles en sistemas silvopastoriles permite mantener las condiciones de las pasturas o reducir los efectos ambientales en las épocas secas. Las cortinas rompevientos ayudan a contrarrestar el efecto desecante del viento sobre las praderas (Montagnini 1992) al igual que las cercas vivas, donde aumenta la humedad relativa en las parcelas adyacentes que permite la reducción de la evapotranspiración de los pastos (Norton 1988).

Casa *et al.* (1993) encontraron en cercas vivas incrementos en la humedad relativa del 5%, mientras que en el Proyecto FAO-Holanda DFPA (1995), citado por Méndez *et al.* (2000) muestran reducciones en la evapotranspiración de 1 a 4 mm en épocas secas, lo que ayuda a mantener la humedad y evita el estrés hídrico sobre los pastos en zonas secas o donde el viento reseca los tejidos de las plantas (Méndez *et al.* 2000).

La calidad de las pasturas mejora en los sistemas silvopastoriles especialmente cuando existen árboles o arbustos leguminosos, además el aporte de los frutos de las leñosas complementa la nutrición de los animales, especialmente en las épocas secas (Pezo e Ibrahim 1998).

La reducción del estrés calórico y el incremento en la calidad de las pasturas aumenta el tiempo de pastoreo, el tiempo de rumia (Knowles 1991, Blackshaw y Blackshaw 1994) y el consumo voluntario (Mader *et al.* 1999, Sánchez 1999).

#### **4.4. MEDIDAS DE CONTROL DE LAS GARRAPATAS**

##### **4.4.1. Pasturas y manejo**

Dentro de las medidas de control de estos ectoparásitos se ha trabajado bastante buscando especies de pasto que sean repelentes para las garrapatas ya que la amplia distribución de las larvas hace económicamente impracticable controlar infestaciones mediante tratamiento de las pasturas con acaricidas (Wilkinson 1961). Existen varias especies de gramíneas y leguminosas repelentes para las garrapatas (Fernández *et al.* 1999, Wilson *et al.* 1989).

Algunas gramíneas (*Melinis*, *Cynodon* y *Pennisetum*) son consideradas repelentes para las garrapatas (Soulsby 1987), mientras que leguminosas como *Stylosanthes* inmovilizan y matan a las garrapatas (Blood y Radostits 1992). Quiroz (1994) menciona que las vellosidades que tiene *Melinis minutiflora* en las hojas desorientan a las larvas que permanecen más tiempo bajo los rayos del sol aumentando la mortalidad, mientras que De Jesús (1934) comenta que la muerte de las larvas en *M. minutiflora* se presenta por agotamiento al quedar atrapadas entre los vellos o por asfixia al sellarse los estigmas con aceite secretado por algunas vellosidades glandulares.

López (1980b) no encontró diferencias entre *Hyparrhenia rufa*, *M. minutiflora* y *Brachiaria decumbens* en el periodo de pre-ovoposición y de incubación, además menciona que la actividad larvaria fue similar entre *H. rufa* y *B. decumbens*, mientras que en *M. minutiflora* las larvas generalmente no suben a la hoja y permanecen activas en el tallo o en los estolones de las plantas adyacentes y cuando logran llegar hasta la parte verde solo tienen actividad de 20 días.

El reemplazo de pasturas naturales por pastos mejorados ha sido muy efectivo en el control integral de *A. cajennense* (Cordoves y Vitorte 1989), en contraposición Benavides (1983) encontró mayor supervivencia larvaria en época seca en pasturas de *Brachiaria* que en sabanas nativas, además mayor longevidad total en periodo seco en pasturas mejoradas que en sabana nativa (*Andropogon gayanus* 65 días, *Brachiaria decumbens* 77 días, *Melinis minutiflora* 78 días y sabana nativa 65 días).

La quema es una de las actividades culturales que se realiza para controlar las garrapatas y se han señalado efectos positivos siempre y cuando se acompañe de otras medidas de control (Barnett 1961). La quema acaba con un gran número de larvas y otros estados si se aplica en periodos en los cuales los parásitos permanecen fuera del hospedero (Soulsby 1987), sin embargo después de la quema pueden regresar los animales silvestres parasitados y repoblar el área (Betancout 1980).

Serra (1982) encontró, en pasturas parcialmente quemadas, ninfas en la base de la pastura, lugar de mayor humedad y en otras ocasiones comprobó la capacidad de las hembras de enterrarse cerca de las raíces de las gramíneas, a una profundidad de 5 cm, consiguiendo sobrevivir a la quema de las pasturas.

La rotación del ganado y el descanso prolongado de las pasturas permite controlar las poblaciones de garrapatas (Benavides 1995) especialmente cuando se permite un descenso de la altura de los pastizales (Blood y Radostits 1992).

Mangold *et al.* (1994) dice que el pastoreo rotacional causa la muerte de las larvas por inanición cuando se utilizan especies de pastos anuales y estas zonas estuvieron libres de garrapatas durante su establecimiento. La rotación de los animales debe ir acompañada de otras actividades como estabulación de animales y corte de forraje, dejando descansar los potreros durante un período mínimo de 9 meses, debido a la longevidad de las larvas (Quiroz 1994).

El establecimiento de potreros o praderas en monocultivo de gramíneas o especies rastreras se ha utilizado como control de garrapatas. Las áreas deforestadas afectan el ciclo de vida de algunas garrapatas, esto se ha utilizado como control para *Amblyomma americanum* (Mangold *et al.* 1994).

#### 4.4.2. Control biológico

El control biológico de las garrapatas se realiza a partir de enemigos naturales como hormigas, parásitos y aves, aunque difícilmente el control biológico reduce la población de garrapatas a tal punto de reducir la incidencia de enfermedades (Soulsby 1987). Las aves como *Bubulcus ibis*, *Buphagus erythrorhynchus*, *B. Africanus* y la garza garrapatera consumen estos ectoparásitos cuando están adheridos al hospedero (Soulsby 1987, Quiroz 1994). Los roedores como ratas y ratones comen garrapatas repletas, especialmente cuando caen al suelo (Rijo 1995). Las hormigas *Iridomyrmex*, *Asphaenogaster*, *Pheidole megacephala*, *Solenopsis germinata* y *Componotus rengerii* son los depredadores más activos, atacan las garrapatas llenas de sangre pero no a larvas ni a los huevos (Quiroz 1994). También, se han realizado trabajos de control con *Beauveria bassiana* (Bals) para *Anocentor nitens* (Montairo *et al.* 1998) y otros hongos entomopatógenos (Rijo 1995). La utilización de machos estériles irradiados en algunos casos no han dado resultado debido a que estos machos no compiten bien con los machos normales, a diferencia de los machos obtenidos por esterilización híbrida, que son más vigorosos y competitivos que los primeros. (Betancourt 1980). Cordoves y Vitorte (1989) dicen que *babesia spp* provoca lesiones en los órganos reproductores de la garrapata reduciendo la ovoposición y la fertilidad, además la alta parasitación puede causar la muerte del ectoparásito, en contraposición Rodríguez y Domínguez (2000) mencionan que la *babesia* no afecta la postura de las garrapatas.

#### 4.4.3. Selección de razas bovinas

La selección de animales de razas que tengan resistencia o tolerancia a las infestaciones por garrapatas es una de las medidas de control más utilizada. Se ha demostrado que animales de razas *Bos indicus* y sus cruces tienen resistencia a estos ectoparásitos (Blood y Radostits 1992). Quiroz (1994) menciona que la expresión de la inmunización se presenta durante las primeras 24 horas de vida parasitaria encontrándose resultados similares tanto en animales *Bos taurus* como en *Bos indicus*.

La resistencia a garrapatas es hereditaria y puede incrementarse cruzando vacas y toros seleccionados por este carácter sin afectar la producción. En zonas endémicas de fiebre de garrapatas no es conveniente romper la transmisión, ya que los animales quedan desprotegidos frente a una nueva infección (Blood y Radostits 1992).



#### **4.4.4. Vacunas**

Rodríguez *et al.* (1995) encontraron diferencias entre animales vacunados y no vacunados y mencionan que después de terminado el experimento los animales debieron ser tratados con productos químicos para prevenir fiebre de garrapatas. Las vacunas tienen resultados variables, estas estimulan la formación de anticuerpos que dañan las células intestinales y otros tejidos de las garrapatas (Blood y Radostits 1992).

#### **4.4.5. Control químico y resistencia a acaricidas**

Tradicionalmente el control de las garrapatas se ha realizado mediante el uso de productos químicos que son insecticidas (Soulsby 1987), los cuales se aplican mediante baños de inmersión y/o aspersion (Blood y Radostits 1992). En la actualidad existen productos con principios activos de uso sistémico (ivermectina, doramectina) para el control de garrapatas.

En la actualidad existe resistencia de las poblaciones de garrapatas a algunos productos debido al mal manejo y al uso intensivo e innecesario, lo que limita su uso en el control de estos ectoparásitos (Álvarez *et al.* 2000). La Oficina Internacional de Epizootias menciona que, de 77 países miembros 50% presentan resistencia de las garrapatas a productos químicos (Nari y Anisen 1999).

Benavides (1995) menciona que en la resistencia intervienen factores intrínsecos de la plaga (genética, ecología, comportamiento y fisiología de la plaga) y operativos (tipo de insecticida, área de cobertura, tiempo, frecuencia, concentración y método de aplicación).

La resistencia es una respuesta genético-evolutiva de las poblaciones de artrópodos expuestas a un estrés ambiental severo continuo, como las aplicaciones frecuentes de un producto; en condiciones de una fuerte presión selectiva, es ineludible el desarrollo de resistencia (Benavides 1995). Los insecticidas arsenicales, organofosforados y organoclorados presentan resistencia en varios países del mundo y hay cierta resistencia a piretroides y amidinas (Álvarez *et al.* 2001). Existe resistencia cruzada entre productos piretroides y organoclorados, razón por la cual está limitado el uso de piretroides en zonas donde exista resistencia a organoclorados. (Benavides 1995).

## **5. MATERIALES Y METODOS**

### **5.1. ÁREA DE ESTUDIO**

#### **5.1.1. Localización**

El trabajo se realizó en cuatro fincas (Agropecuaria Marfil, Ganadería Lupita, Finca Veracruz y Finca Laurel) localizadas en Cañas, provincia de Guanacaste, Costa Rica (10°25' N y 85° 06' W), a una altitud entre 80 y 250 msnm, área de influencia del proyecto FRAGMENT. La zona se clasifica como bosque seco tropical (Holdridge 1978).

#### **5.1.2. Clima**

La temperatura promedio es de 27,65 °C, precipitación media anual de 1544 mm con una época entre mayo y octubre donde cae aproximadamente 88.2% de las lluvias. La humedad relativa varía en el año entre 62 y 82 %. Los suelos se clasifican como molisoles (Stokes 2001).

El Anexo 1 muestra la evapotranspiración medida cada 10 días durante los últimos 8 años, se observa la mayor evapotranspiración durante el primer semestre de cada año, mientras que en el segundo semestre se reduce (estación meteorológica Ingenio Taboga 2003).

La precipitación durante los últimos 8 años se presenta en el Anexo 2, se observan cinco meses secos (diciembre a abril), luego inicia un periodo de lluvias tres meses (mayo a julio), durante agosto se presenta una pequeña reducción de la lluvias para iniciar el periodo de lluvias de tres meses (septiembre a noviembre), (estación meteorológica Ingenio Taboga 2003).

La región presenta las mayores temperaturas ambientales entre los meses de marzo y mayo, en los siguientes meses del año se presenta una temperatura constante, el Anexo 3 muestra el comportamiento de la temperatura en los últimos 8 años (estación meteorológica Ingenio Taboga 2003).

El Anexo 4 muestra el comportamiento de los vientos en los últimos 8 años, se observa los vientos más fuertes entre diciembre y mayo que corresponde a la época seca (estación meteorológica Ingenio Taboga 2003).

La humedad relativa (Anexo 5) de la zona en los últimos 8 años tiene un comportamiento similar, las bajas humedades relativas se presentan entre los meses de noviembre a abril, mientras que las mayores humedades corresponden a los de mayo a octubre (estación meteorológica Ingenio Taboga 2003).

### **5.1.3. Sistemas productivos**

La ganadería es el sistema de producción más importante de la zona, 60% de las fincas se dedican a la producción de carne, 20% tiene un sistema doble propósito y 20% maneja un sistema mixto (ganadería y agricultura).

Las principales especies de pastos en la zona son *B. brizantha* y *H. rufa*, manejados en sistema de pastoreo rotacional en las épocas de lluvias y en pastoreo continuo en las épocas secas. La carga animal en promedio es de 1,32 unidades animales/ha y predominan las razas cebú.

Restrepo (2002) menciona que 90% de las fincas destinadas a la producción de carne en la zona tienen árboles en diferentes arreglos, especialmente en cercas y en potreros, los árboles son importantes principalmente durante las épocas de sequía.

El control de garrapatas en las fincas de la región se hace con productos químicos, algunos productores tienen como criterio de manejo de estas sustancias el número de ectoparásitos sobre los animales mientras que otros realizan los baños de manera periódica (cada 10 días). Los principios activos más utilizados para los baños son deltrametina, cipermetrina y Cumafos, mientras que la ivermectina, doramectina se usan en de productos de acción sistémica.

## **5.2. SELECCIÓN DE LAS FINCAS**

Las fincas de la zona de Cañas representan el sistema de producción ganadero que predomina en el bosque seco tropical Centroamericano. Para la selección de las fincas se utilizaron fotografías aéreas de la zona (10000 ha) del proyecto TROF, información generada en el proyecto FRAGMENT y criterios de selección de finca. Los criterios de selección de finca que se manejaron fueron la facilidad de acceso a la finca, sistemas con mínimo 5 años de pastoreo, con cobertura arbórea representativa de la zona, que presentaran las especies de pastos de interés, los sistemas silvopastoriles y las especies de árboles individuales evaluados, con manejo similar, que no hubieran utilizado fuego en

los últimos 3 años, con el mismo sistema de producción, composición racial parecida y además el interés de los productores en el estudio y la disposición en colaborar con las actividades programadas.

Se seleccionaron cuatro fincas representativas de la zona que cumplieran los criterios de selección, para ello se verificó la información en el campo. Se hizo una base de datos para cada finca, la base de datos contenía información de cada potrero sobre el tipo de pastura, los sistemas silvopastoriles (cerca viva, árboles individuales y árboles en grupo) y las especies de árboles.

Las fincas seleccionadas tienen más de 10 años de uso en producción ganadera, presentan un sistema semiextensivo y se dedican a la cría de ganado. El área promedio de cada finca es de 133,6 ha dividida en potreros de tamaño mediano (13,6 ha); predominan las razas de ganado cebú y manejan una carga animal de 1,1 animales/ ha.

Los potreros están establecidos con pasturas mejoradas y naturales con edad de 4 o más años, durante la época de lluvia son manejados con rotación del ganado con períodos de ocupación entre 8-15 días y períodos de descanso entre 35-60 días. En la época seca se abren los potreros de la finca (los animales pueden andar en cualquier potrero). En estas fincas no se queman ni se fertilizan las pasturas y el control de malezas se hace combinando el uso de químicos y el control manual.

Las fincas tienen en promedio 10,5 % de cobertura arbórea. Los árboles son utilizados como fuente de madera y leña para autoconsumo y alimentación del ganado (forraje y frutos). Las cercas vivas se podan generalmente cada 2 años en los meses de febrero o marzo.

### **5.3. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Para evaluar la influencia de la cobertura arbórea de diferentes arreglos silvopastoriles (cerca vivas, árboles en grupo, árboles individuales) en la distribución de larvas de garrapatas en potreros se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo factorial de tratamientos. Se realizaron cuatro replicas, donde la finca (4) se tomó como bloque, la especie de pasto (2) como parcela, el sistema silvopastoril (3) y el área de potrero abierto como subparcela. El bloque fue estadísticamente significativo ( $p < 0,05$ ).

### 5.3.1. Tratamientos

Los tratamientos se determinaron por la combinación entre la especie de pasto (*B. brizantha* y *H. rufa*) con los sistemas silvopastoriles (cercas vivas, árboles individuales y árboles en grupo) y áreas de potrero abierto. El Cuadro 4 muestra los tratamientos evaluados durante la investigación.

**Cuadro 4.** Tratamientos para determinar la distribución de larvas de garrapatas en diferentes sistemas silvopastoriles y potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.

Número	Tratamientos
1.	<i>Brachiaria brizantha</i> - cerca viva
2.	<i>Brachiaria brizantha</i> - árbol individual
3.	<i>Brachiaria brizantha</i> - árboles en grupo
4.	<i>Brachiaria brizantha</i> - potrero abierto
5.	<i>Hyparrhenia rufa</i> - cerca viva
6.	<i>Hyparrhenia rufa</i> - árbol individual
7.	<i>Hyparrhenia rufa</i> - árboles en grupo
8.	<i>Hyparrhenia rufa</i> - potrero abierto

En los tratamientos de árboles individuales se tomaron muestras en tres especies (*G. ulmifolia*, *T. rosea* y *C. alliodora*) las cuales fueron seleccionadas por sus diferencias en la estructura de la copa, por ser las más abundantes en las fincas de la zona y por el conocimiento que los productores tienen de ellas.

### 5.3.2. Selección de sistemas e individuos para muestreo en las fincas

En cada finca se seleccionaron los sistemas silvopastoriles utilizando los criterios establecidos para este trabajo. Un sistema de cerca viva es un arreglo de árboles en línea con longitud mayor a 40 metros, con distancias entre individuos de máximo tres metros y que no haya sido podada (mínimo 2 años). Se consideró un árbol individual disperso en potrero, aquel individuo cuyo borde de la copa este a una distancia de 5 o más metros del borde de la copa del siguiente y que fuera de las especies de interés (*G. ulmifolia*, *T. rosea* y *C. alliodora*). Un grupo de árboles dispersos en potreros es aquel conformado entre 4 y 10 individuos (sin importar la especie) y cuyas copas se entrecrucen.

Las cercas vivas, árboles individuales y árboles en grupo se seleccionaron al azar en cada finca utilizando la base de datos. Para esto inicialmente se escogieron al azar en un potrero, si hacia falta algún sistema o individuo se buscaba en otro potrero con similares condiciones, se seleccionaron de esta manera debido al gran tamaño de las fincas (133,3

± 51,2 ha) y de los potreros, lo que dificultaba el trabajo de campo. Se escogieron diferentes individuos para cada muestreo.

#### 5.4. VARIABLES EVALUADAS

El trabajo se realizó de febrero a julio de 2003, se hicieron seis muestreos. En el Cuadro 5 se presenta las variables y la frecuencia de medición.

**Cuadro 5.** Variables y frecuencia de medición durante el experimento

<b>Variable</b>	<b>Frecuencia (días)</b>
Características de los árboles	20
Radiación fotosintéticamente activa (RAFA)	20
Temperatura del suelo	20
Humedad del suelo	90
Temperatura y humedad relativa bajo y fuera de los árboles	20
Sustrato sobre el suelo	20
Determinación de garrapatas en el suelo	20
Ubicación animal	20

##### 5.4.1. Características de los árboles

Se caracterizaron los árboles individuales, para ello se midió la altura total, altura del fuste, diámetro a la altura del pecho (DAP) y el diámetro de la copa. El diámetro de copa se midió en las dos direcciones de mayor extensión de la copa y se promediaron (Bellow 2000). Las características de los árboles en grupo son el promedio de los individuos pertenecientes a dicho grupo (DAP, altura total, altura del fuste), mientras que el área de copa de los árboles en grupo se midió de manera similar a los árboles individuales pero midiendo del borde de la copa del primer árbol hasta el borde de la copa del último árbol. La altura total y del fuste se midieron con láser, el DAP con cinta diamétrica y el diámetro de copa con cinta métrica.

##### 5.4.2. Radiación fotosintéticamente activa (RAFA)

Se realizaron mediciones de radiación fotosintéticamente activa (RAFA) bajo y fuera de los árboles en los diferentes sistemas silvopastoriles, se utilizó un ceptómetro (SunScan probe). Las mediciones se realizaron entre las 11:00 horas y la 13:00 horas de los días de muestreo (6).

Se tomaron según el sitio de muestreo un promedio de 10 lecturas en potrero abierto, 15 en cercas vivas, 20 bajo árboles individuales y 35 bajo árboles en grupo. Las lecturas

bajo la cerca viva se tomaron recorriendo 10 metros lineales, para árboles individuales consistieron en un recorrido bajo la copa y rodeando el tronco, mientras que en los árboles en grupo se realizaron caminatas bajo las copas y entre todos los árboles.

Se estimó el porcentaje de transmisión de RAFA para cada sistema (cerca viva, árboles individuales y árboles en grupo) considerando la relación de la RAFA en potrero abierto y la RAFA bajo los árboles de cada sistema.

Se utilizó la siguiente ecuación para el cálculo:

$$\text{Transmisión (\%)} = (\text{RAFA}_b * 100 / \text{RAFA}_f)$$

Donde:

RAFA<sub>b</sub> = Radiación fotosintéticamente activa bajo de la copa ( $\mu\text{moles m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )  
RAFA<sub>f</sub> = Radiación fotosintéticamente activa fuera de la copa ( $\mu\text{moles m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )

#### **5.4.3. Temperatura y humedad del suelo**

La temperatura del suelo se midió con un termómetro especializado bajo la copa de los árboles individuales (*G. ulmifolia*, *T. rosea* y *C. alliodora*), árboles en grupo, cerca viva y en potrero abierto. Los datos se tomaron tres veces al día (8:00 a.m, 11:00 a.m y 16:00 p.m) en cada muestreo (6).

La determinación de la humedad del suelo se hizo en el laboratorio de suelos de CATIE. Se tomaron muestras de suelo con un barreno, se marcaron y se pesaron, luego se secaron a 105 C° durante 24 horas, se volvieron a pesar y se determinó el porcentaje de humedad del suelo.

Para determinar humedad del suelo se tomó una muestra por especie en los árboles individuales, mientras que en los sistemas árboles en grupo, cercas vivas y potrero abierto se tomó una muestra por sistema. Se realizó un muestreo en época seca y otro en época de lluvia.

#### **5.4.4. Temperatura ambiente y humedad relativa**

La temperatura ambiente y la humedad relativa se midieron con un termohigrómetro digital durante tres veces al día (8:00 a.m, 11:00 a.m y 16:00 p.m) en cada muestreo (6). Los datos se tomaron bajo las copas de los árboles individuales (*G. ulmifolia*, *T. rosea* y *C. alliodora*), árboles en grupo, cerca viva y en áreas de potrero abierto.

#### **5.4.5. Sustrato sobre el suelo**

Se observó y registró la clase de sustrato (gramínea, maleza, suelo desnudo, piedras y hojarasca) que predominaba sobre el suelo de los sitios muestreados. Las observaciones se realizaron al momento de hacer el barrido para capturar las larvas de garrapatas en el suelo.

#### **5.4.6. Ubicación animal**

Se tomó un grupo de 10 animales que pastoreaba en los potreros evaluados en una de las fincas, se determinó la ubicación o la permanencia de cada uno de ellos en los sistemas (cercas vivas, árboles individuales, árboles en grupo y potrero abierto) presentes en el potrero.

Las observaciones se realizaron en tres horas del día (8:00 a.m, 11:00 a.m y 16:00 p.m), cada observación tuvo una duración de 10 minutos y se hicieron a una distancia prudente que no alterara la ubicación de los animales.

#### **5.4.7. Determinación de garrapatas en el suelo**

Para determinar el número de larvas de garrapatas en el suelo se utilizó el método de arrastre o barrido (Figura 3) que consiste en arrastrar una manta blanca sobre la superficie de muestreo y contar el número de larvas presentes (Serra 1982, Guglielmone *et al.* 1986, Rawlins 1979). Las mantas tuvieron un tamaño de de 2 m de largo por 1 m de ancho, al momento del muestreo se les colocó en los bordes tubos de aluminio con el fin de mantener la manta en contacto con el suelo ya que el viento la tiende a levantar, además en el extremo anterior se colocó una cuerda que permitió halar la manta sobre el área de arrastre.

Después de cada barrido o arrastre se observó si la manta tenía larvas de garrapatas. La manta con larvas se guardó en una bolsa rotulada, se selló con abundante cinta adhesiva y se depositó en un recipiente con hielo para inmovilizar las larvas. Las muestras se llevaron al laboratorio donde se guardaron en una refrigeradora por 24 horas y posteriormente se contó el número de larvas.



La superficie para hacer el barrido o arrastre fue de 5 m<sup>2</sup>, se realizó tres barridos por sistema (cercas vivas, árboles individuales, árboles en grupo y potrero abierto) en cada muestreo (6). Los sitios para el arrastre fueron escogidos al azar, en el sistema de árboles en grupo se utilizó una cuadrícula bajo el área de las copas en la cual se escogieron los tres sitios. En el sistema de cerca viva se dividió la longitud de la cerca en 10 partes y de estas se tomaron tres. En las áreas de potrero abierto se tomaron tres sitios al azar, mientras que para el sistema de árboles individuales se hizo un barrido por especie (*G. ulmifolia*, *T. rosea*, *C. alliodora*) utilizando una cuadrícula bajo la copa del árbol para escoger el sitio.



**Figura 3.** Método de arrastre o barrido con manta para capturar larvas de garrapatas en potreros.

## 5.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se hizo un análisis de varianza para los datos de las variables radiación fotosintéticamente activa, humedad gravimétrica, temperatura del suelo, humedad relativa y temperatura ambiente. Se realizaron pruebas de chi cuadrado para analizar los datos de la ubicación de los animales y la clase de sustrato sobre el suelo en los diferentes sistemas silvopastoriles, áreas de potrero abierto, especies de árboles individuales y tipo

de pastura. Se utilizó estadística descriptiva para las variables dasométricas en los tratamientos árboles en grupo y árboles individuales.

Para analizar los datos de la presencia y número de larvas de garrapatas en los diferentes tratamientos se hicieron pruebas de chi cuadrado, Kruskal Wallis y estadística descriptiva. Se hizo una regresión logística para determinar las relaciones entre las variables ambientales, edáficas y dasométricas con la presencia de larvas de garrapatas en el suelo, además se utilizó una regresión lineal y un análisis de correlación para ver la relación entre la cobertura arbórea, la densidad de árboles (grupo, individuales y cercas vivas) y el total de las larvas de garrapatas presentes en el suelo.

Se hicieron análisis de componentes principales y análisis de conglomerados con las variables edáficas, dasométricas, ambientales y número de larvas de garrapatas presentes en el suelo para ver relaciones entre la asociación pastura-sistema (tipo de pastura, sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto) y entre la asociación pastura-especie (clase de pastura y especies de árboles individuales). También se utilizó análisis de conglomerados para determinar la agrupación de pastura-sistema y pastura-especie según el número total de larvas de garrapatas. Los análisis se hicieron con el programa estadístico InfoStat.

## 6. RESULTADOS

Durante la fase de campo se registraron en la zona 892,6 mm de precipitación, 75,3 mm de evapotranspiración, vientos de 7,3 km/h y 8,2 horas/día de brillo solar en promedio.

### 6.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ÁRBOLES

El Cuadro 6 muestra el promedio y el error estándar de las variables dasométricas y la transmisión de la RAFA, medidas en los individuos muestreados de los sistemas árboles en grupo y los árboles individuales.

**Cuadro 6.** Características dasométricas y radiación fotosintéticamente activa de los árboles en los sistemas silvopastoriles de la zona de Cañas, Costa Rica.

Sistema	n	DAP (cm)	Área de copa (m <sup>2</sup> )	Altura total (m)	Altura fuste (m)	RAFA (%)
Árboles en grupo	120	49,3 ± 2,9	415,3 ± 20,8	12,3 ± 0,5	2,8 ± 0,1	26,5 ± 1,4 a*
Árboles Individuales	105	46,7 ± 2,0	108,2 ± 8,3	10,5 ± 0,3	3,2 ± 0,1	37,3 ± 2,2 b
Cerca viva	111	.	.	.	.	40,8 ± 2,2 b

DAP: diámetro a la altura del pecho; (±): error estándar; \* Medias en la misma columna con distinta letra indican diferencias significativas (p = 0,05).

Se encontró diferencias estadísticas (p < 0,0001) entre los sistemas silvopastoriles en la transmisión de RAFA bajo la copa de los árboles. Los tratamientos árboles individuales y cerca viva no difirieron estadísticamente, mientras que la menor transmisión de la RAFA se registró en los árboles en grupo.

Entre las especies de árboles individuales hubo diferencias considerables en el DAP y el área de copa (cuadro 7). Se observó que *G. ulmifolia* es la especie con mayor DAP y área de copa. Además hubo alta variabilidad entre individuos de la misma especie en el área de copa.

**Cuadro 7.** Características dasométricas y radiación fotosintéticamente activa de los árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica

Especie	n	DAP (cm)	Área de copa (m <sup>2</sup> )	Altura total (m)	Altura fuste (m)	RAFA (%)
<i>Guazuma ulmifolia</i>	37	65,7 ± 3,1	177,4 ± 17,4	10,6 ± 0,4	2,8 ± 0,2	21,8 ± 1,9 a*
<i>Cordia alliodora</i>	29	39,2 ± 3,0	80,3 ± 9,6	10,6 ± 0,6	3,7 ± 0,3	47,0 ± 3,9 b
<i>Tabebuia rosea</i>	39	34,8 ± 2,2	65,4 ± 6,5	10,2 ± 0,6	3,2 ± 0,2	44,7 ± 3,9 b

DAP: diámetro a la altura del pecho; (±): error estándar; RAFA: Radiación fotosintéticamente activa; \* Medias en la misma columna con distinta letra indican diferencias significativas (p = 0,05).

Se presentó diferencias estadísticas ( $p < 0,0001$ ) en la transmisión de la RAFA entre las tres especies de árboles individuales. Bajo *G. ulmifolia* el porcentaje de transmisión de la RAFA fue menor, difiriendo de *C. alliodora* y *T. rosea* que tuvieron una transmisión de la RAFA similar.

## 6.2. TEMPERATURA DEL SUELO Y HUMEDAD GRAVIMÉTRICA

El Cuadro 8 muestra la temperatura del suelo ( $^{\circ}\text{C}$ ) tomada a tres horas del día (8:00, 11:00 y 16:00) y la humedad gravimétrica de sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto. Se encontró diferencias estadísticas en la temperatura del suelo entre tratamientos a las diferentes horas del día ( $p = 0,0111$ ,  $p < 0,0001$  y  $p < 0,0001$  respectivamente).

**Cuadro 8.** Temperatura del suelo tomada a tres horas del día y humedad gravimétrica promedio en sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.

Sistema	Temperatura del suelo ( $^{\circ}\text{C}$ )				Humedad gravimétrica (%)	
	n	8:00	11:00	16:00	n	
Árboles en grupo	120	26,5 $\pm$ 0,1 a*	30,8 $\pm$ 0,2 a	29,4 $\pm$ 0,1 a	45	29,8 $\pm$ 1,3 a
Árboles individuales	106	26,6 $\pm$ 0,3 a	31,5 $\pm$ 0,4 b	29,9 $\pm$ 0,3 a	40	28,6 $\pm$ 1,3 a
Cerca viva	111	26,8 $\pm$ 0,2 ab	32,7 $\pm$ 0,3 c	29,5 $\pm$ 0,2 a	39	29,0 $\pm$ 1,2 a
Potrero abierto	120	27,1 $\pm$ 0,1 b	35,1 $\pm$ 0,3 d	30,7 $\pm$ 0,2 b	45	29,7 $\pm$ 1,4 a

\* Medias en la misma columna con distinta letra indican diferencias significativas ( $p = 0,05$ ); ( $\pm$ ): error estándar.

La temperatura del suelo a las 8:00 es menor en los sistemas con árboles en relación al potrero abierto, mientras que a las 11:00 la temperatura del suelo es diferente en todos los sistemas, los árboles en grupo tienen la menor temperatura, seguida por los árboles individuales, cercas vivas y potrero abierto, en la tarde 16:00 horas se observa una tendencia similar a la registrada en la mañana, las menores temperaturas se encuentran en los sistemas silvopastoriles difiriendo de la temperatura del potrero abierto.

No se encontró diferencias estadísticas ( $p = 0,9148$ ) en la humedad gravimétrica entre sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto.

La temperatura del suelo en árboles individuales no presentó diferencias estadísticas entre especies (Cuadro 9), se observa un aumento en la temperatura del suelo en la medición de las 11:00.

**Cuadro 9.** Temperatura del suelo tomada a tres horas del día y humedad gravimétrica promedio bajo los árboles individuales de tres especies, en la zona de Cañas, Costa Rica.

Especie	Temperatura del suelo (°C)				Humedad gravimétrica (%)	
	n	8:00	11:00	16:00	n	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	37	26,4 ± 0,2 a*	30,6 ± 0,3 a	29,6 ± 0,2 a	13	28,5 ± 2,4 a
<i>Cordia alliodora</i>	30	27,2 ± 0,9 a	32,0 ± 1,2 a	30,4 ± 1,1 a	13	29,9 ± 2,1 a
<i>Tabebuia rosea</i>	39	26,3 ± 0,1 a	31,8 ± 0,4 a	29,8 ± 0,3 a	14	27,5 ± 2,4 a

\* Medias en la misma columna con distinta letra indican diferencias significativas ( $p = 0,05$ ); ( $\pm$ ): error estándar

Tampoco se presentó diferencias estadísticas en la humedad gravimétrica entre especies de árboles individuales.

### 6.3. TEMPERATURA AMBIENTE Y HUMEDAD RELATIVA

La temperatura ambiente (°C) y la humedad relativa, tomadas a tres horas del día (8:00, 11:00 y 16:00) bajo diferentes sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto, se presenta en el cuadro 10. Se encontró diferencias estadísticas entre sistemas en la medición de las 11:00 ( $p < 0,0001$ ), donde la temperatura ambiente fue en promedio 2,7 °C menor bajo sistemas con árboles que en áreas de potrero abierto.

**Cuadro 10.** Temperatura ambiente promedio y humedad relativa promedio tomada a tres horas del día, en sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.

Sistema	n	Hora del día					
		8:00		11:00		16:00	
		T (°C)	HR (%)	T (°C)	HR (%)	T (°C)	HR (%)
Árboles en grupo	120	28,2 a*	76,7 ab	37,9 a	45,8 ab	29,5 a	72,3 a
Árboles individuales	106	28,6 a	75,9 a	38,6 a	45,0 a	29,8 a	70,3 a
Cerca viva	111	28,0 a	77,3 b	39,8 b	43,3 a	29,5 a	71,6 a
Potrero abierto	120	28,3 a	77,1 b	41,5 c	46,8 b	29,9 a	71,7 a

T (°C): Temperatura ambiente; HR (%): Humedad relativa; \* Medias en la misma columna con distinta letra indican diferencias significativas ( $p = 0,05$ ).

Al analizar la temperatura ambiente promedio durante el día se encontró diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ), presentando la menor temperatura el sistema con árboles en grupo (31,3 °C), seguida por los sistemas árboles individuales y cercas vivas (32,4 y 32,6 °C respectivamente) y el sistema potrero abierto (33,6 °C).

También se presentó diferencias estadísticas en la humedad relativa entre sistemas en las mediciones de las 8:00 y 11:00 ( $p = 0,0475$  y  $p = 0,0029$  respectivamente). En la primera medición los sistemas de potrero abierto y cerca viva difirieron del sistema

árboles individuales pero no del sistema árboles en grupo. En la segunda medición la mayor humedad relativa se presentó en los tratamientos áreas de potrero abierto y árboles en grupo encontrándose diferencias entre las áreas de potrero abierto con los sistemas árboles individuales y cerca viva.

El Cuadro 11 muestra la temperatura ambiente (°C) y la humedad relativa tomada a tres horas del día bajo tres especies de árboles individuales. No se encontró diferencias estadísticas en la temperatura ambiente ni en la humedad relativa entre especies a ninguna hora del día.

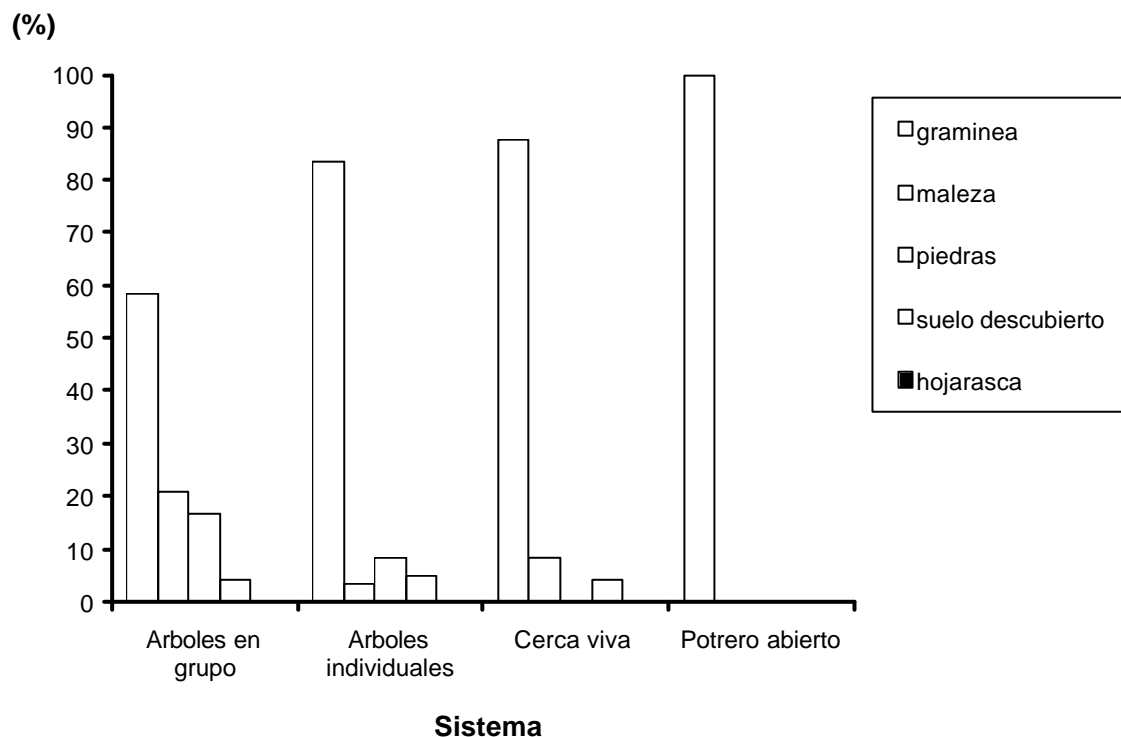
**Cuadro 11.** Temperatura ambiente promedio y humedad relativa promedio tomada a tres horas del día, bajo tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica.

Especie	n	Hora del día					
		8:00		11:00		16:00	
		T (°C)	HR (%)	T (°C)	HR (%)	T (°C)	HR (%)
<i>Guazuma ulmifolia</i>	37	28,7 a*	75,2 a	38,2 a	44,0 a	29,4 a	71,5 a
<i>Cordia alliodora</i>	30	28,1 a	72,4 a	37,8 a	45,6 a	28,6 a	69,9 a
<i>Tabebuia rosea</i>	39	28,0 a	77,4 a	39,6 a	45,4 a	30,4 a	68,4 a

T (°C): Temperatura ambiente; HR (%): Humedad relativa; \* Medias en la misma columna con distinta letra indican diferencias significativas ( $p = 0,05$ ).

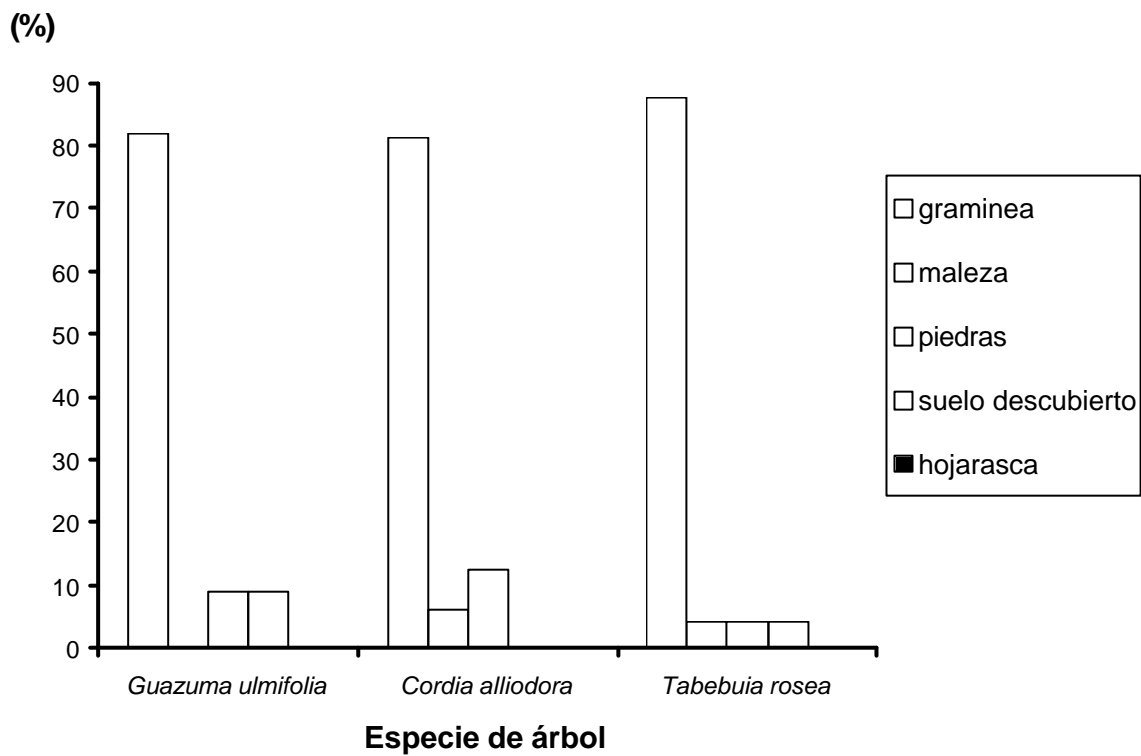
#### 6.4. SUSTRATO SOBRE EL SUELO

La Figura 4 muestra el porcentaje de diferentes sustratos encontrados sobre el suelo (gramíneas, malezas, piedras, hojarasca y suelo descubierto) en los sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto establecidos en praderas de *B. brizantha*. La gramínea fue el principal sustrato encontrado, seguido de un bajo porcentaje de malezas, además se encontró un bajo porcentaje de piedras en los tratamientos con árboles en grupo y árboles individuales, se presentaron áreas con suelo descubierto en todos los tratamientos con árboles y no se encontró hojarasca en ningún tratamiento. El sistema árboles en grupo presentó mayor variedad de sustratos.



**Figura 4.** Porcentaje de sustratos (gramíneas, malezas, piedras, hojarasca y suelo descubierto) en los sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto establecidos en praderas de *Brachiaria brizantha* en la zona de Cañas, Costa Rica.

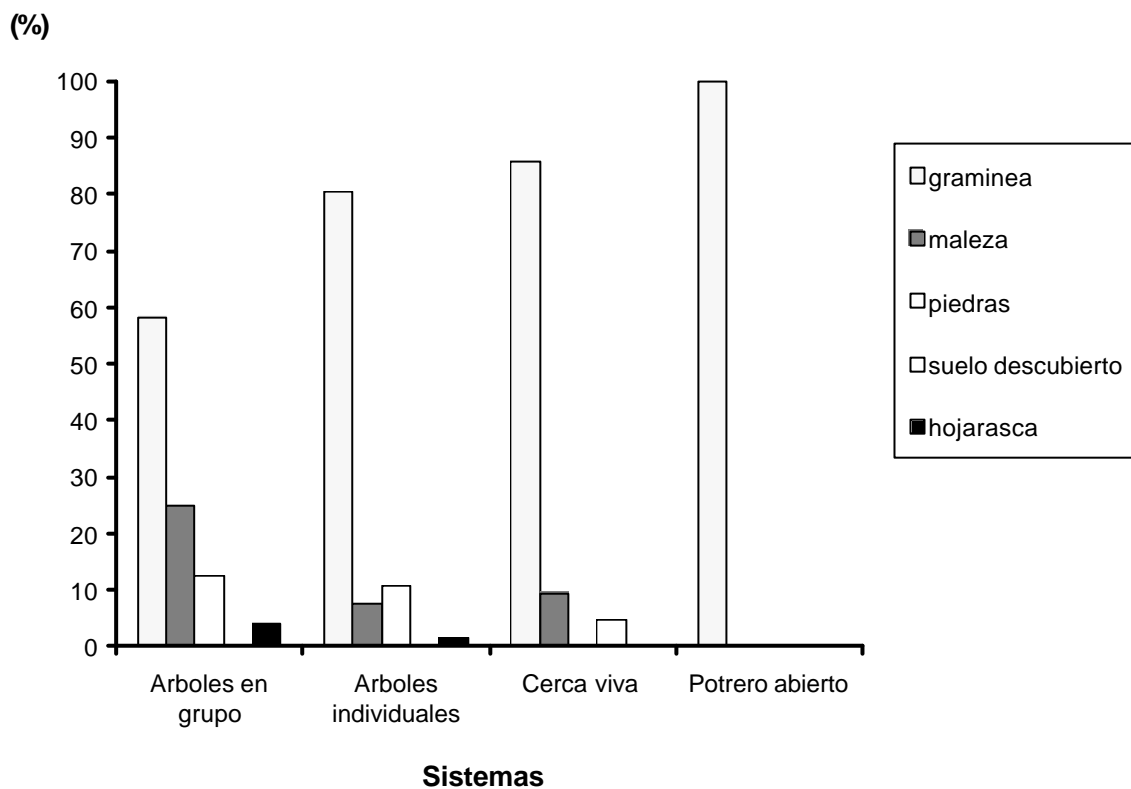
El porcentaje de sustratos (gramíneas, malezas, piedras, hojarasca y suelo descubierto) que se encontró bajo los árboles individuales de tres especies establecidas en praderas de *B. brizantha* se observa en la Figura 5. La gramínea fue el sustrato que predominó, tuvo similar proporción en cada especie, *G. ulmifolia* (81,8 %), *C. alliodora* (81,25 %) y *T. rosea* (87,5 %).



**Figura 5.** Porcentaje de sustratos (gramínea, malezas, piedras, hojarasca y suelo descubierto) bajo los árboles individuales de tres especies en praderas de *Brachiaria brizantha* en la zona de Cañas, Costa Rica.

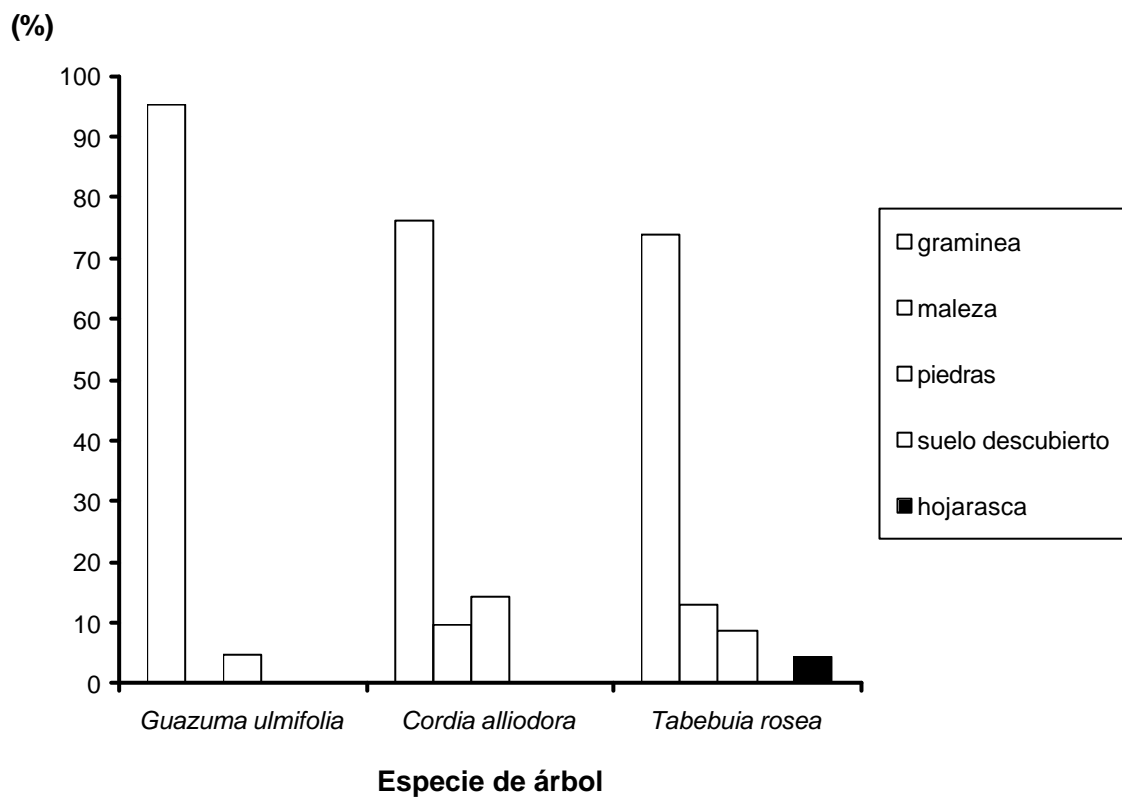


La Figura 6 muestra el porcentaje de diferentes sustratos (gramínea, malezas, piedras, hojarasca y suelo descubierto) encontrado en los sistemas silvopastoriles y las áreas de potrero abierto establecidos en praderas de *H. rufa*. La gramínea predominó en todos los sistemas, en los árboles en grupo se encontró mayor variedad de sustratos, al igual que en los árboles individuales. Solo se encontró suelo descubierto bajo el sistema de cercas vivas.



**Figura 6.** Porcentaje de diferentes sustratos (gramínea, malezas, piedras, hojarasca y suelo descubierto) en los sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en praderas de *Hyparrhenia rufa* en la zona de Cañas, Costa Rica.

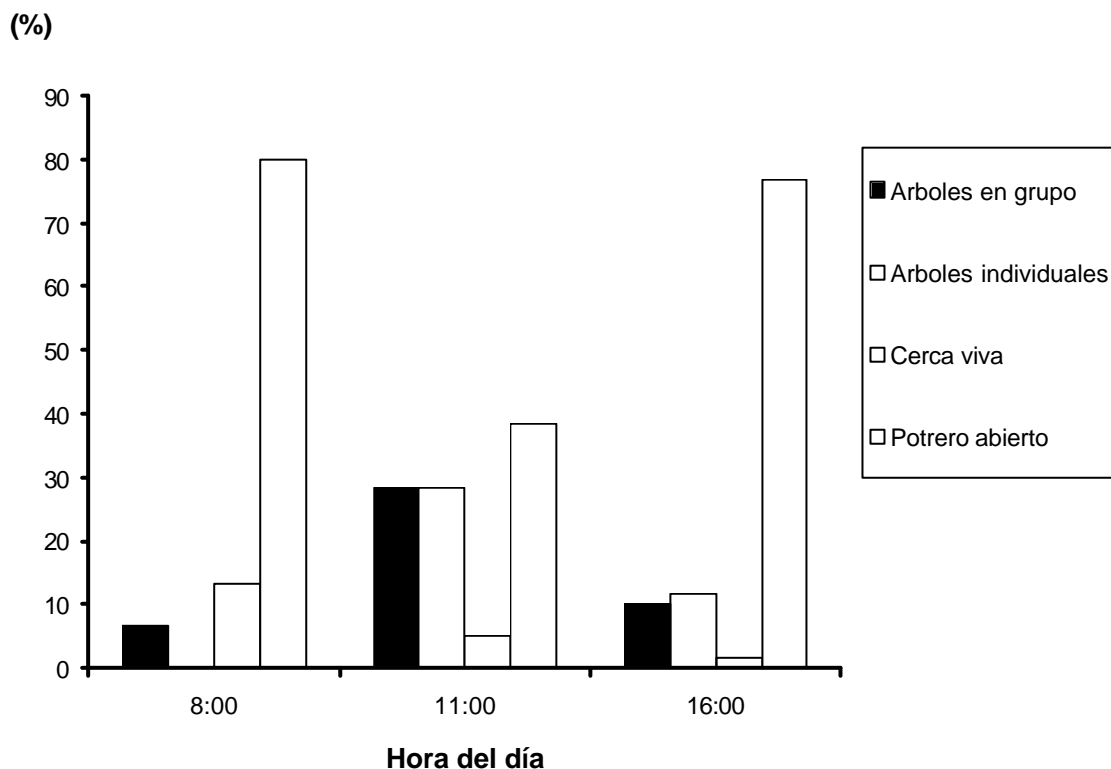
Los diferentes sustratos (gramínea, malezas, piedras, hojarasca y suelo descubierto) encontrados bajo los de árboles individuales de tres especies se muestran en la Figura 7. Se encontró la gramínea como el principal sustrato bajo *G. ulmifolia* (95,2 %), *C. alliodora* (76,2 %) y *T. rosea* (73,9 %). Bajo la copa de *C. alliodora* y *T. rosea* se presentó mayor variedad de sustratos, aunque con bajo porcentaje.



**Figura 7.** Porcentaje de sustratos (gramínea, malezas, piedras, hojarasca y suelo descubierto) bajo los árboles individuales de tres especies en praderas de *Hyparrhenia rufa* en la zona de Cañas, Costa Rica.

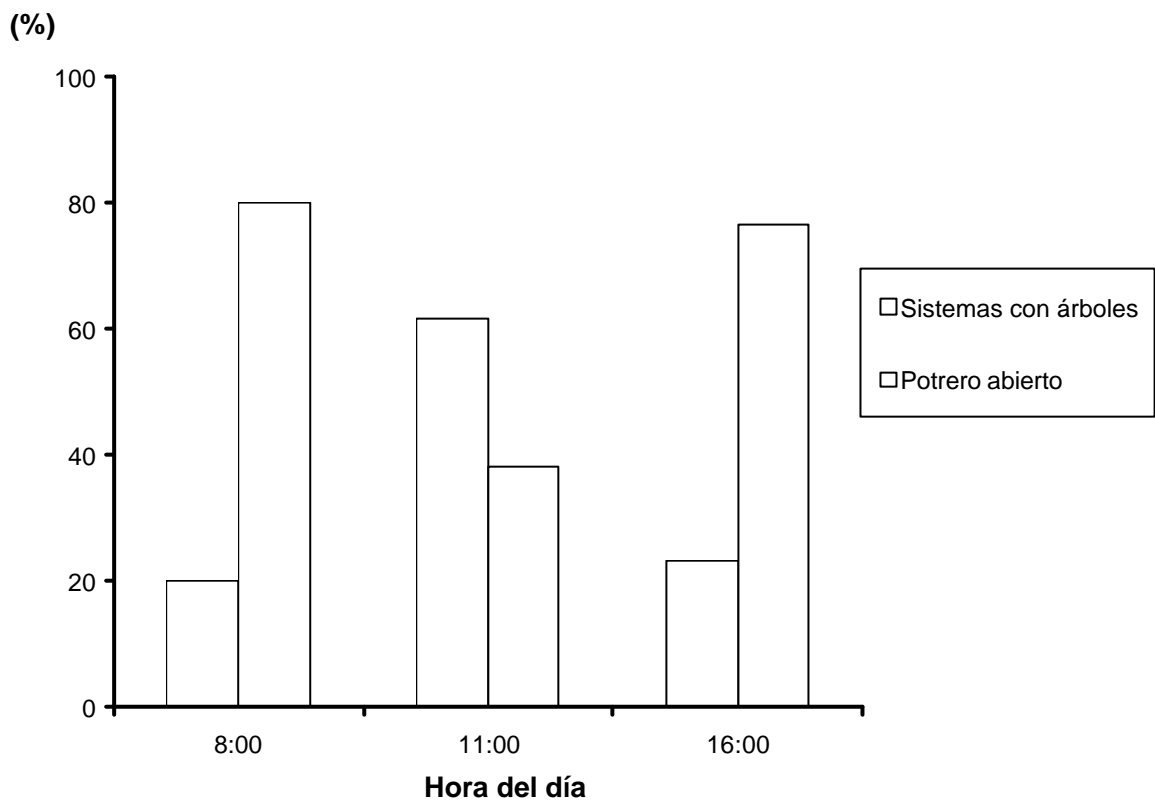
## 6.5. UBICACION ANIMAL

La Figura 8 muestra la ubicación que tuvieron los animales en los diferentes sistemas silvopastoriles y en áreas de potrero abierto a tres horas del día (8:00, 11:00 y 16:00). Se observó que en la mañana 80 % de los animales estuvieron en el potrero abierto y 20 % se ubicaron entre el sistema de cerca viva y árboles en grupo. En las observaciones del medio día 38,3 % de los animales se ubicaron en potrero abierto y aumentó el número de animales bajo los sistemas con árboles especialmente árboles en grupo (28,3 %) y árboles individuales (28,3 %). En la hora de la tarde aumentó nuevamente el número de animales en el potrero abierto (76,7 %) y los animales los restantes se distribuyeron en los sistemas con árboles.



**Figura 8.** Localización de los bovinos bajo la cobertura arbórea de tres sistemas silvopastoriles y en áreas de potrero abierto en tres horas del día en la zona de Cañas, Costa Rica.

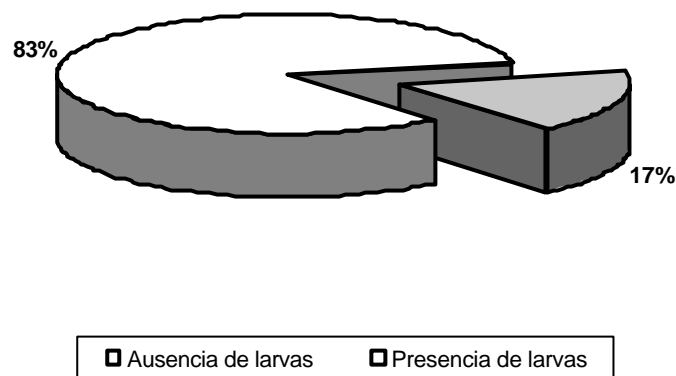
La localización que tuvieron los bovinos dentro de los potreros en relación con las áreas abiertas y la cobertura arbórea en tres horas del día se muestra en la Figura 9. Se encontró que en la mañana y en la tarde la mayoría de los animales (80 %) se localizan en las áreas abiertas de los potreros, mientras que en las horas del medio día la mayoría de los bovinos (62 %) tendieron a localizarse bajo la cobertura arbórea.



**Figura 9.** Localización de los bovinos bajo la cobertura arbórea y en áreas de potrero abierto en tres horas del día en la zona de Cañas, Costa Rica.

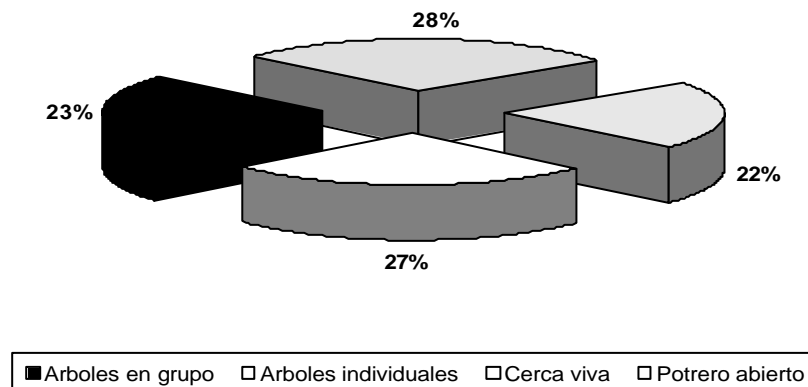
## 6.6. DETERMINACIÓN DE GARRAPATAS EN EL SUELO

Para determinar la frecuencia y número de larvas de garrapatas en el suelo de sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto se realizaron 551 barridos o arrastres con manta. No se encontraron larvas en 459 de los arrastres, mientras que en 92 de los barridos se determinó la presencia de larvas de garrapatas (Figura 10).



**Figura 10.** Porcentaje de sitios muestreados con presencia o ausencia de larvas de garrapatas en fincas de Cañas, Costa Rica (n = 551).

La Figura 11 presenta la distribución o número de sitios con presencia de las larvas de garrapatas en el suelo de los sistemas silvopastoriles y de las áreas de potrero abierto. No se encontró diferencias estadísticas entre los sistemas silvopastoriles y las áreas de potrero abierto ( $p = 0,7691$ ).



**Figura 11.** Presencia de larvas de garrapatas en el suelo de sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica (n = 92).

El Cuadro 12 muestra el total de larvas de garrapatas recolectadas en el suelo de sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto durante los seis muestreos que se llevaron a cabo en el período evaluado, además del número de larvas promedio encontradas en el área de muestreo (5 m<sup>2</sup>). No hubo diferencias estadísticas en el número de larvas recolectadas entre sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto ( $p = 0,1794$ ).

**Cuadro 12.** Total de larvas de garrapatas recolectadas en el suelo de sistemas silvopastoriles y potrero abierto durante la fase de muestreo en la zona de Cañas, Costa Rica.

Sistema	Total de larvas recolectadas en el período de estudio (460/m <sup>2</sup> )	Larvas recolectadas en 5 m <sup>2</sup>	
		Media	Mediana
Árboles en grupo	353	17,6 ± 5,6 a*	10
Árboles individuales	1370	52,6 ± 20,2 a	7
Cerca viva	481	24,2 ± 16,2 a	4
Potrero abierto	1062	42,6 ± 12,9 a	13

\* Medias en la misma columna con distinta letra indican diferencias significativas ( $p = 0,05$ ); ( $\pm$ ) error estándar.

El sistema de árboles individuales presentó el mayor número de larvas seguido por el potrero abierto. La mediana más alta la tuvo el sistema de potrero abierto, seguido de los árboles en grupo, árboles individuales y cerca viva.

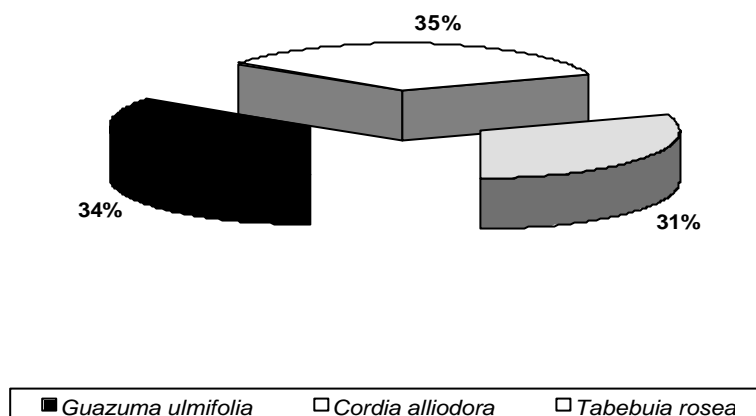
El Cuadro 13 muestra los promedios de larvas de garrapatas en suelo encontradas en los sistemas silvopastoriles y las áreas de potrero abierto establecidos en pasturas de *H. rufa* y *B. brizantha*. No se encontró diferencias estadísticas entre sistemas establecidos en *H. rufa* ( $p = 0,1162$ ), tampoco en los presentes en *B. brizantha* ( $p = 0,9129$ ).

**Cuadro 13** Promedio de larvas de garrapatas recolectadas en el suelo de sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto establecidos en pasturas de *Hyparrhenia rufa* y *Brachiaria brizantha* en la zona de Cañas, Costa Rica.

Sistema	<i>Hyparrhenia rufa</i>		<i>Brachiaria brizantha</i>	
	Media	Mediana	Media	Mediana
Árboles en grupo	20,2 ± 7,4	20	16,6 ± 7,3	10
Árboles individuales	45,6 ± 26,1	8	57,9 ± 30,0	6
Cerca viva	7,2 ± 3,1	3,5	49,6 ± 40,2	7
Potrero abierto	46,7 ± 24,0	13	39,3 ± 14,2	15

( $\pm$ ) error estándar.

No se encontró diferencias estadísticas en el número de sitios con presencia de larvas de garrapatas en el suelo de tres especies de árboles individuales dispersos en potrero (Figura 12).



**Figura 12.** Presencia de larvas de garrapatas en el suelo de tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica (n = 26).

Tampoco se encontró diferencias estadísticas entre las especies de árboles individuales en el número de larvas (Cuadro 14), aunque el número total de larvas de garrapatas durante todo el estudio y la mediana fue mayor bajo la copa de *C. alliodora*.

**Cuadro 14.** Total de larvas de garrapatas recolectadas en el suelo de tres especies de árboles individuales durante la fase de muestreo en la zona de Cañas, Costa Rica.

Especie	Total de larvas recolectadas en el periodo de estudio (128,8 m <sup>2</sup> )	Larvas recolectadas en 5 m <sup>2</sup>	
		Media	Mediana
<i>Guazuma ulmifolia</i>	378	42,0 ± 29,8 a*	8
<i>Cordia alliodora</i>	507	56,3 ± 20,7 a	47
<i>Tabebuia rosea</i>	485	60,6 ± 54,9 a	4,5

\* Medias en la misma columna con distinta letra indican diferencias significativas (p = 0,05); (±) error estándar.

El Cuadro 15 presenta la información del promedio de larvas de garrapatas recolectadas bajo tres especies de árboles individuales establecidos en dos tipos de pastura (*H. rufa* y *B. brizantha*). No existieron diferencias estadísticas entre especies en el número de larvas de garrapatas en *H. rufa* y *B. brizantha*.

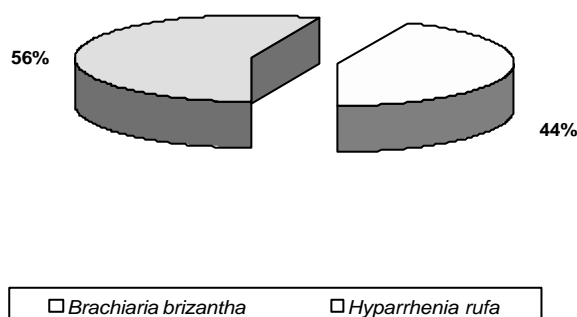
En ambas pasturas *C. alliodora* tiene la mediana más alta, se observó mayor número de larvas en el suelo bajo *G. ulmifolia* en la pastura de *H. rufa* y menor en *B. brizantha*, mientras que ocurrió lo contrario con *T. rosea* donde el mayor número de larvas en el suelo se presentó en las pasturas de *B. brizantha*.

**Cuadro 15.** Promedio de larvas de garrapatas recolectadas en el suelo de tres especies de árboles individuales establecidos en pasturas de *Hyparrhenia rufa* y *Brachiaria brizantha* en la zona de Cañas, Costa Rica.

Especie	<i>Hyparrhenia rufa</i>		<i>Brachiaria brizantha</i>	
	Media	Mediana	Media	Mediana
<i>Guazuma ulmifolia</i>	49,3 ± 38,4	8	16,5 ± 10,5	16,5
<i>Cordia alliodora</i>	69,0 ± 67,0	69	52,7 ± 22,4	47
<i>Tabebuia rosea</i>	9,5 ± 5,5	9,5	77,7 ± 73,5	4

(±) error estándar.

No se encontró diferencias estadísticas entre pasturas de *H. rufa* y *B. brizantha* en el número de sitios con presencia de larvas de garrapatas en el suelo (Figura 13). Se observó 11 % más de sitios con larvas en *B. brizantha*.



**Figura 13.** Presencia de larvas de garrapatas recolectadas en el suelo de praderas establecidas con *Brachiaria brizantha* y *Hyparrhenia rufa* en la zona de Cañas, Costa Rica (n = 92).

Tampoco se encontró diferencias estadísticas en el número promedio de larvas de garrapatas en el suelo entre pasturas de *H. rufa* y *B. brizantha*. Aunque la pastura de *B. brizantha* presentó mayor número total de larvas en el suelo durante el período evaluado y mayor mediana lo que muestra la tendencia a encontrarse más larvas en el suelo en esta pastura durante el período evaluado (Cuadro 16).

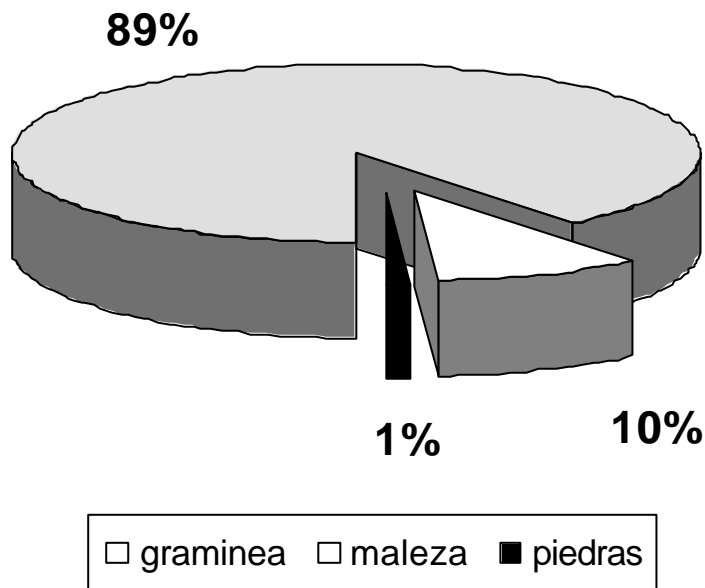


**Cuadro 16.** Total de larvas de garrapatas recolectadas en el suelo de pasturas de *Hyparrhenia rufa* y *Brachiaria brizantha* durante el período evaluado en la zona de Cañas, Costa Rica.

Pastura	Total de larvas recolectadas en el periodo de estudio (460 m <sup>2</sup> )	Larvas recolectadas en 5 m <sup>2</sup>	
		Media	Mediana
<i>Brachiaria brizantha</i>	2045	39,7 ± 11,4	9
<i>Hyparrhenia rufa</i>	1221	30,6 ± 9,9	5,5

(±) error estándar.

Se encontró diferencias significativas entre las diferentes clases de sustratos (gramínea, maleza, piedras, hojarasca y suelo descubierto) en relación al número sitios con presencia de larvas de garrapatas ( $p < 0,0001$ ). El mayor número de sitios con larvas de garrapatas (90 %) tuvo cobertura de gramíneas (Figura 14), no se encontró larvas de garrapatas en suelo descubierto ni en suelo con hojarasca, además la presencia de larvas en lugares con piedras fue muy baja.



**Figura 14.** Presencia de larvas de garrapatas en diferentes sustratos sobre el suelo de potreros en la zona de Cañas, Costa Rica (n = 94).

El Cuadro 17 muestra el porcentaje de sitios con presencia de larvas de garrapatas en el suelo de sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto, según la clase de sustrato encontrado (gramínea, malezas, piedras) al momento de hacer el barrido o arrastre de la manta. El mayor número de los sitios con presencia de larvas de garrapatas en el suelo se presentó cuando la cobertura fue gramínea, esto se observó en todos los sistemas.

**Cuadro 17.** Porcentaje de sitios con presencia de larvas de garrapatas según diferentes sustratos encontrados en el suelo de sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica (n = 92).

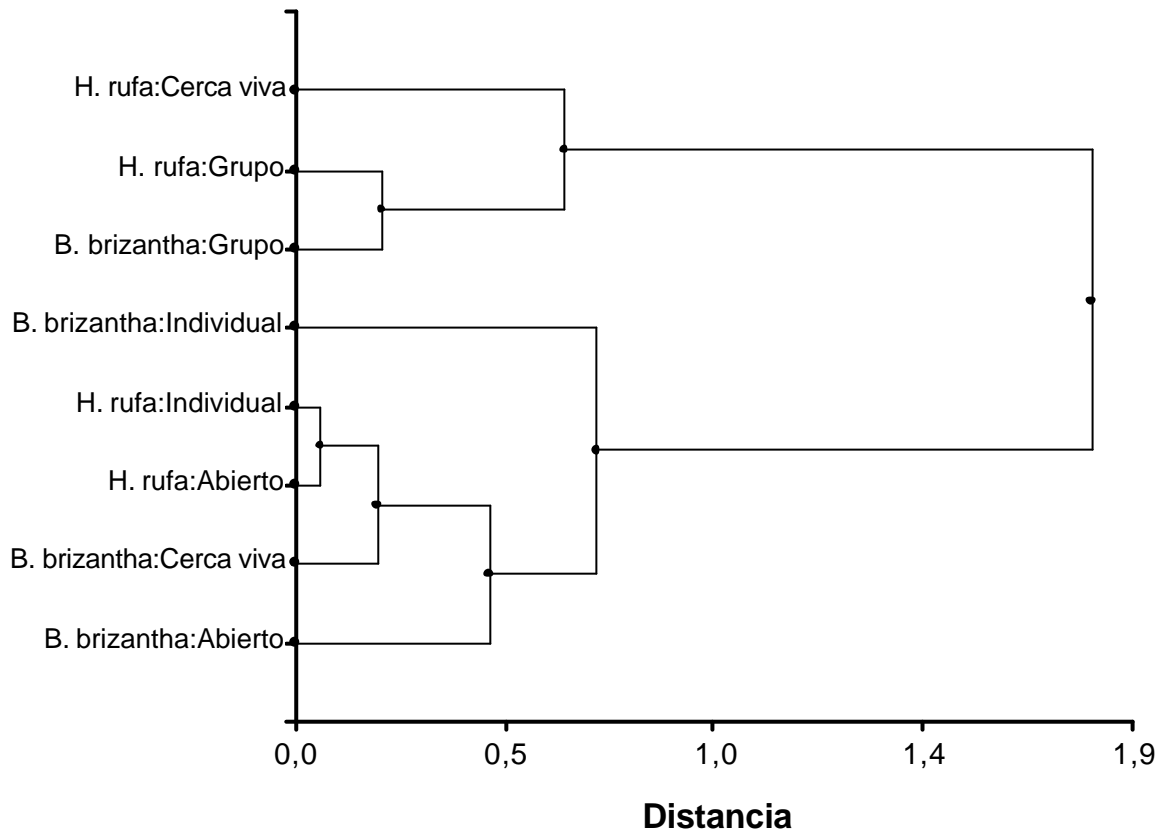
Sistema	Sustrato encontrado sobre el suelo (%)		
	Gramínea	Maleza	Piedras
Árboles en grupo	16,3	6,5	0
Árboles individuales	25	2,2	1,1
Cerca viva	20,7	1,1	0
Potrero abierto	27,2	0	0

En las especies de árboles individuales la presencia de larvas de garrapatas tuvo un comportamiento similar a los sistemas, 88,5 % de los sitios presentaron cobertura de gramínea (Cuadro 18).

**Cuadro 18.** Porcentaje de sitios con presencia de larvas de garrapatas según diferentes sustratos encontrados en el suelo bajo tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica (n = 26).

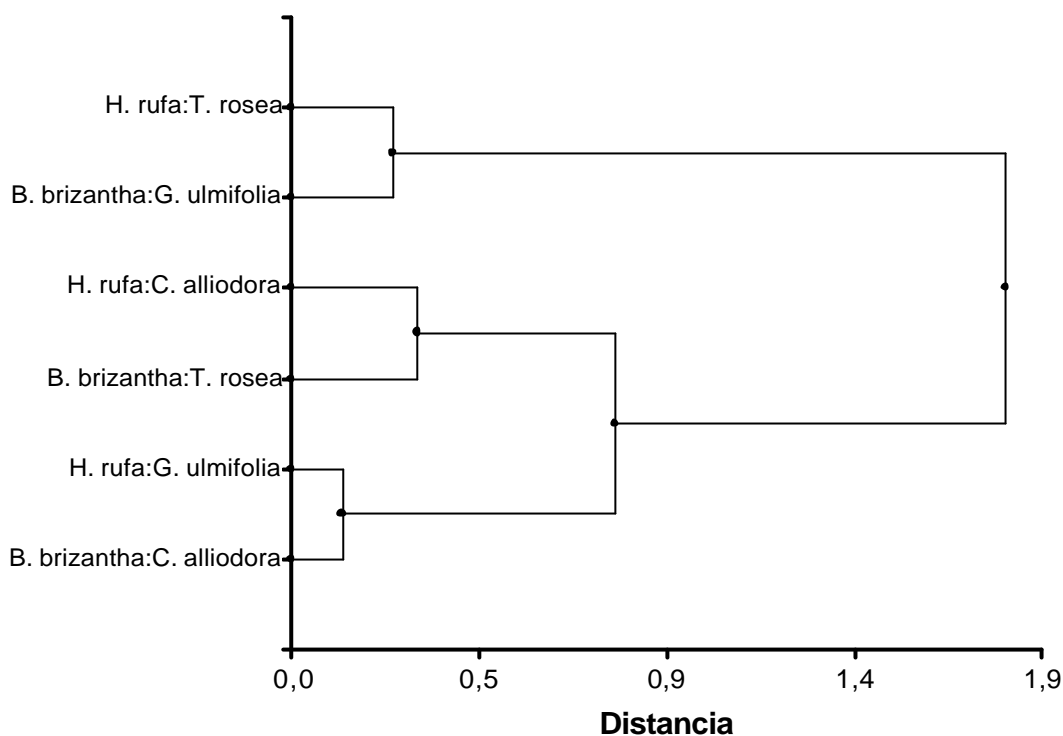
Especie	Sustrato encontrado sobre el suelo (%)		
	Gramínea	Maleza	Piedras
<i>Guazuma ulmifolia</i>	34,6	0	0
<i>Cordia alliodora</i>	23,1	7,7	3,9
<i>Tabebuia rosea</i>	30,8	0	0

En general según el número total de larvas que se encontraron en el suelo se pudieron observar dos grupos, el primero donde se encontraron los sistemas con árboles en grupo y el sistema de cerca viva establecida en *H. rufa*, mientras que en el segundo grupo se ubicaron los árboles individuales y áreas de potrero abierto establecidos en ambos tipos de pastura además de las cercas vivas presentes en el pasto *B. brizantha* (Figura 15).



**Figura 15.** Análisis de conglomerados (método Promedio, distancia Euclídea) con el número total de larvas de garrapatas encontradas en el suelo para la asociación pastura-sistema de sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.

El análisis de conglomerados para las especies de árboles individuales mostró dos grupos bien definidos, en el primero grupo se encontró *T. rosea* en las praderas de *H. rufa* y *G. ulmifolia* en el pasto *B. brizantha*, mientras que en el segundo se encontró *C. alliodora* en ambas pasturas, *T. rosea* en *B. brizantha* y *G. ulmifolia* en la pastura de *H. rufa* (Figura 16).



**Figura 16.** Análisis de conglomerados (método Promedio, distancia Euclídea) con número total de larvas de garrapatas encontradas en el suelo para la asociación pastura-especie de tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica.

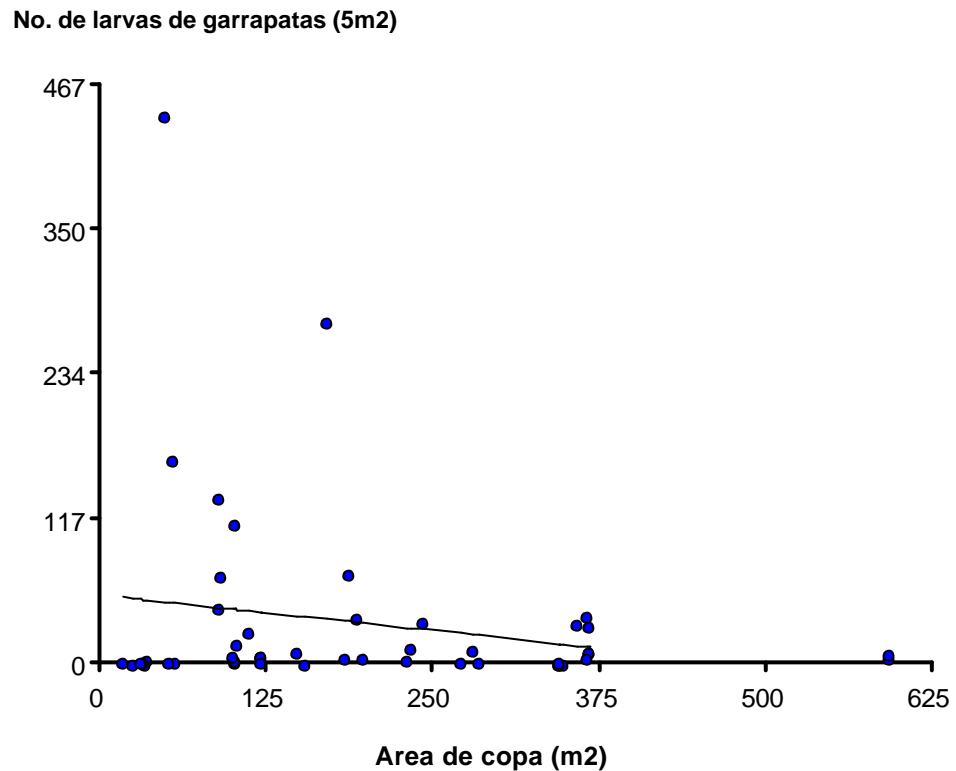
El número de larvas de garrapatas encontradas en el suelo de sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto estuvo correlacionada con la humedad relativa ( $p = 0,0035$ ;  $r = -0,33$ ) y la temperatura ambiental ( $p = 0,0045$ ;  $r = 0,32$ ). El Cuadro 19 muestra la relación negativa que se presentó entre los sitios con presencia de larvas en el suelo y el área de copa ( $p = 0,0323$ ).

**Cuadro 19.** Regresión logística, variable dependiente presencia de larvas de garrapatas en el suelo de sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.

Predictor	Coefficiente	Error Estándar	p-valor
Constante	24.05	26.40	0.9996
Transmisión de RAFA* (%)	2,1E-03	0,02	0,9220
Humedad relativa (%)	-0,09	0,20	0,6293
Temperatura ambiental (° C)	-0,19	0,29	0,5273
Temperatura del suelo (° C)	-0,45	0,51	0,3338
Humedad gravimétrica (%)	-3,3E-03	0,08	0,9683
Viento (km/h)	-0,08	0,07	0,9996
Precipitación (mm)	-5,6E-04	2,1E-03	0,9996
Evapotranspiración (mm)	-6,5E-04	4,6E-03	0,9996
Diámetro a la altura del pecho (cm)	-0,03	0,02	0,1685
Área de copa (m)	-0,01	4,7E-03	<b>0.0323</b>
Altura total (m)	0.17	0.18	0.3390
Altura del fuste (m)	0.23	0.33	0.4950

\* Radiación fotosintéticamente activa

La Figura 17 muestra la relación entre el número de larvas de garrapatas encontradas en el suelo de los sitios muestreados (5 m<sup>2</sup>) y el área de la copa (m<sup>2</sup>) de los sistemas silvopastoriles. Se observó una relación negativa; a medida que aumentó el área de copa, disminuyó el número de larvas de garrapatas en el suelo.

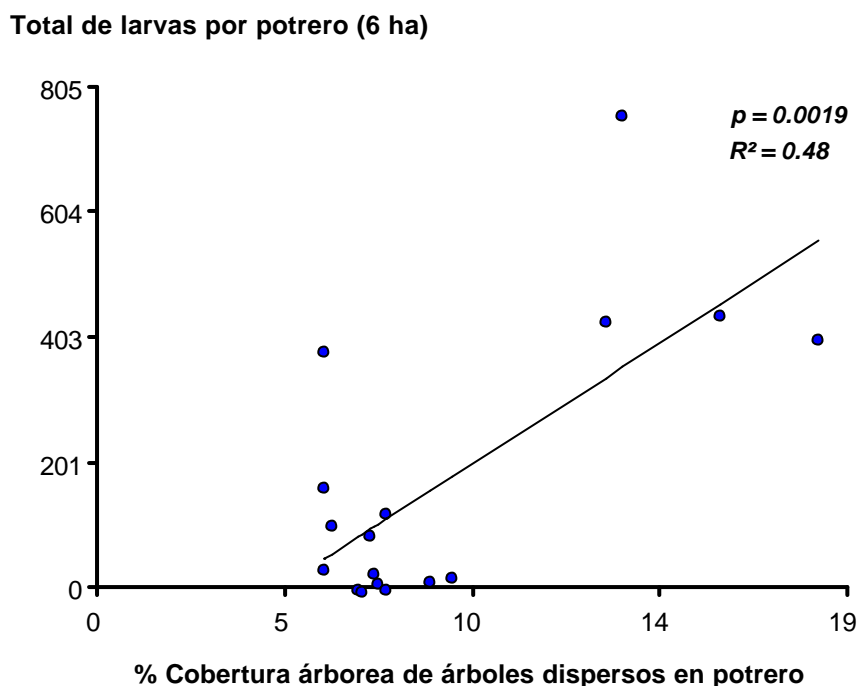


**Figura 17.** Relación entre el número de larvas de garrapatas en el suelo de sistemas silvopastoriles y el área de la copa en la zona de Cañas, Costa Rica.

El porcentaje de cobertura arbórea (árboles dispersos) presente en los potreros tuvo correlación ( $r = 0,70$ ) con el número total de larvas de garrapatas encontradas en el suelo de los sistemas silvopastoriles y las áreas de potrero abierto. La cobertura de los árboles dispersos en potrero (árboles en grupo o individuales) presentó una relación positiva significativa ( $p = 0,0019$ ) donde se explica 48 % de la variabilidad de los datos.

$$?? \text{ No. larvas de garrapatas en el suelo (Y) = } -186,20 + 40,64 X \text{ (Cobertura arbórea del potrero; } r^2 = 0.48$$

La relación entre la cobertura arbórea de árboles dispersos en potrero y el número total de larvas de garrapatas en el suelo de sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto se presenta en la Figura 18. Se observó un incremento en el número de larvas en el suelo a medida que aumentó el porcentaje de cobertura arbórea en el potrero.



**Figura 18.** Relación entre número total de larvas de garrapatas en el suelo de potreros (6 ha) con sistemas silvopastoriles y el porcentaje de cobertura arbórea en el potrero en la zona de Cañas, Costa Rica.

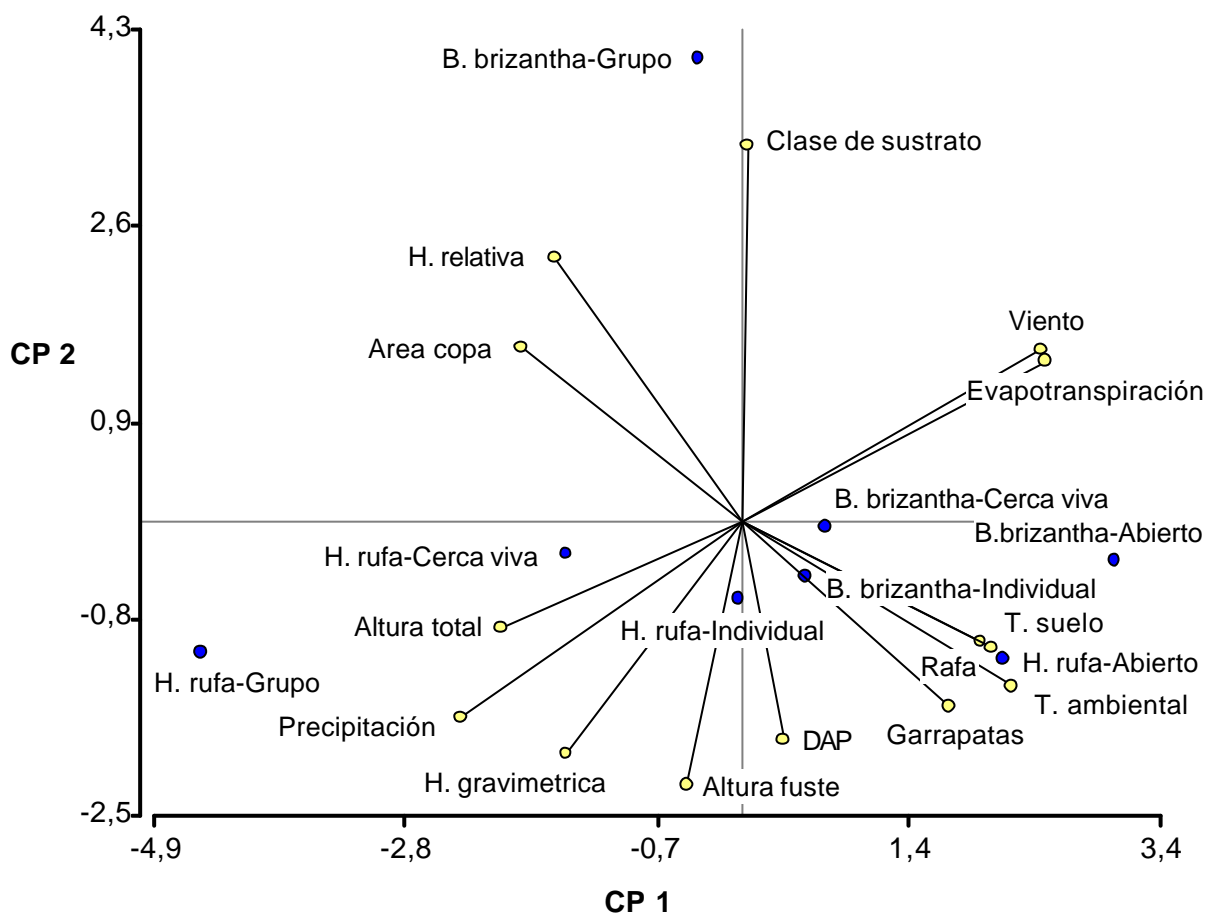
El Cuadro 20 muestra la correlación entre el número total de larvas de garrapatas en el suelo, el área del potrero, el porcentaje de cobertura arbórea y la densidad de árboles en el potrero. El número de larvas en el suelo tuvo correlación ( $r = 0.70$ ) con el porcentaje de cobertura de árboles dispersos en potrero ( $p = 0,0019$ ).

**Cuadro 20.** Correlación entre el número total de larvas de garrapatas en el suelo, área del potrero, densidad arbórea y porcentaje de cobertura arbórea en sistemas silvopastoriles en la zona de Cañas, Costa Rica.

	Área de potrero (ha)	Cobertura arbórea (%) de árboles dispersos en potrero	Densidad árboles en potrero (ha)
Número Total de larvas por potrero (6 ha)	0.93*	<b>0.0019</b>	0.15

\* probabilidad

Se realizó un análisis de componentes principales con las variables edáficas, dasométricas, ambientales y número de larvas de garrapatas para la asociación pastura-sistema en sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto (Figura 19). Con dos componentes se explicó el 64 % de la variabilidad, las variables de mayor peso en el componente uno fueron evapotranspiración, precipitación, viento y temperatura ambiental, mientras que en el segundo componente fueron composición botánica, humedad relativa y altura de fuste (Cuadro 21).



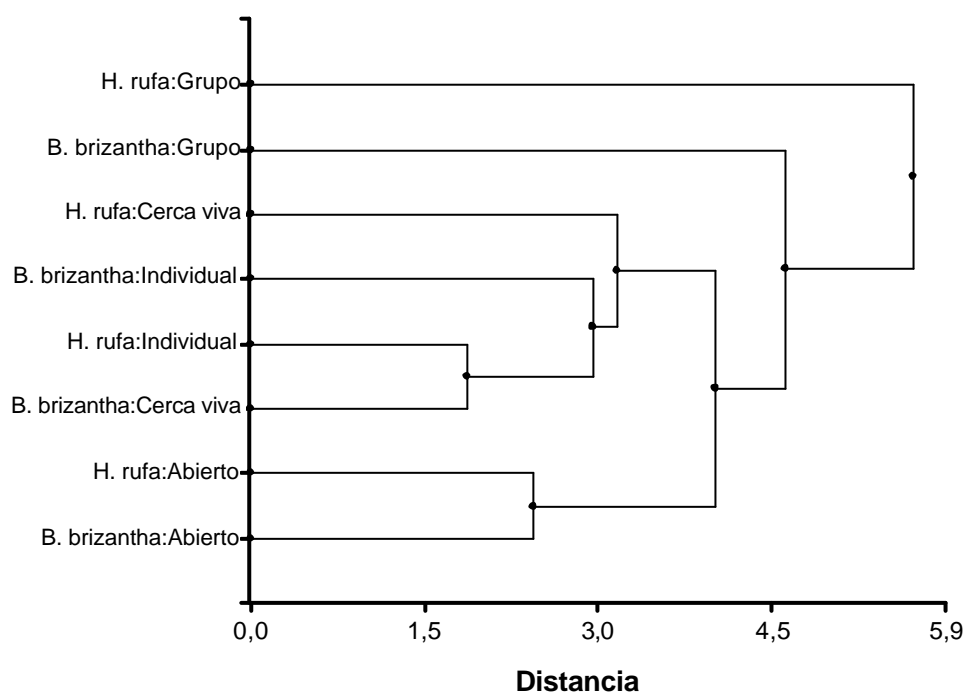
**Figura 19.** Análisis de componentes principales con las variables edáficas, dasométricas y ambientales para la asociación pastura-sistema en sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.

El número de larvas de garrapata tuvo una relación negativa con el área de copa y la humedad relativa, mientras que presentó una relación positiva con la temperatura ambiente, RAFA (%) y la temperatura del suelo. Los tratamientos con árboles en grupo tendieron a estar más lejos de la variable garrapatas en relación a los tratamientos con árboles individuales, cercas vivas y áreas de potrero abiertas.

**Cuadro 21.** Porcentaje de variabilidad explicada en dos componentes y peso de las variables (edáficas, dasométricas y ambientales) para la asociación pastura-sistema en sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.

Variables	Componente principal 1 (40%)*	Componente principal 2 (24%)
Diámetro a la altura del pecho (cm)	0,05	-0,28
Área de copa (m <sup>2</sup> )	-0,27	0,23
Altura total (m)	-0,30	-0,13
Altura de fuste (m)	-0,07	-0,34
Clase de sustrato (%)	0,01	0,48
No. de larvas de garrapatas (5m <sup>2</sup> )	0,25	-0,23
Radiación fotosintéticamente activa (%)	0,29	-0,15
Humedad relativa (%)	-0,23	0,34
Temperatura ambiente (°C)	0,33	-0,21
Temperatura del suelo (°C)	0,30	-0,16
Humedad gravimétrica (%)	-0,22	-0,30
Viento (km/h)	0,36	0,22
Precipitación (mm)	-0,34	-0,25
Evapotranspiración (mm)	0,37	0,21

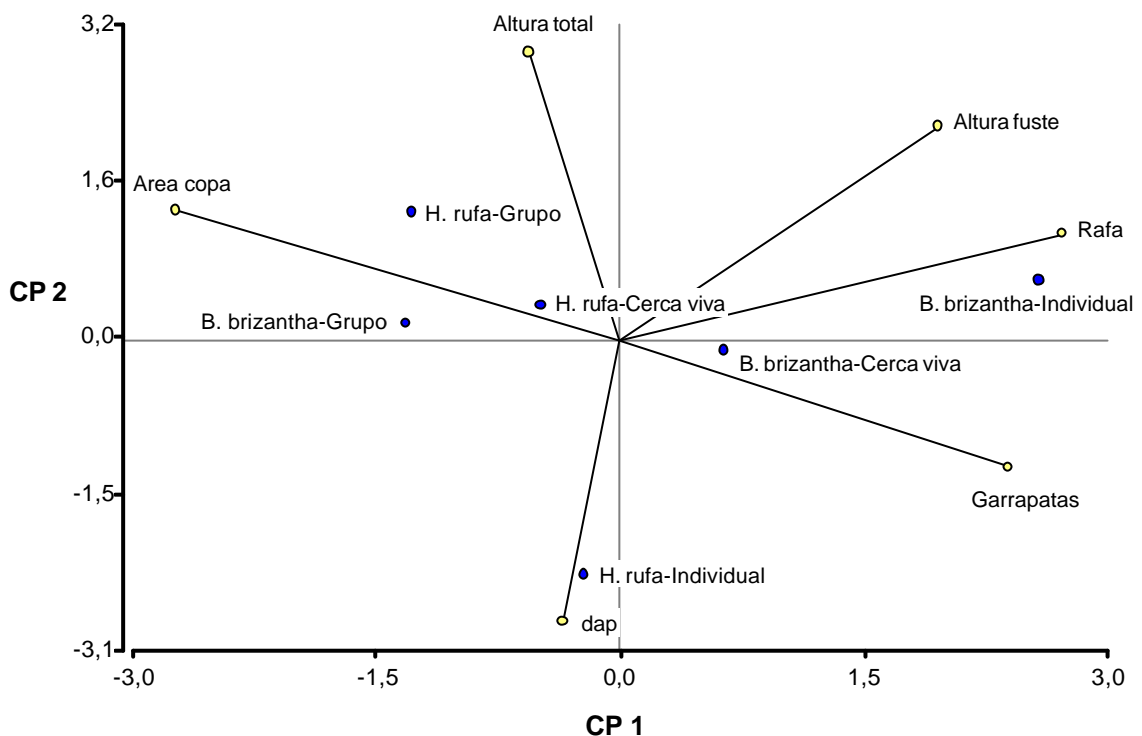
La Figura 20 muestra la formación de grupos según la similitud que tuvieron los tratamientos en relación a las variables edáficas, dasométricas, ambientales y número de larvas de garrapatas en el suelo. Se observó tres grupos bien definidos, el primero reunió los árboles en grupo, el segundo los sistemas de árboles individuales y cercas vivas y el tercero las áreas de potrero abierto.



**Figura 20.** Análisis de conglomerados (método Promedio, distancia Euclídea) con las variables edáficas, dasométricas y ambientales para la asociación pastura-sistema en sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.



El análisis de componentes principales para la asociación pastura-sistema con variables dasométricas y número de larvas en el suelo se presenta en la Figura 21. Con dos componentes se explicó 84 % de la variabilidad, en el primer componente las variables de mayor importancia fueron el área de copa ( $m^2$ ) y RAFA (%), mientras que el segundo componente las variables de más peso fueron altura total y diámetro a la altura del pecho (Cuadro 22).



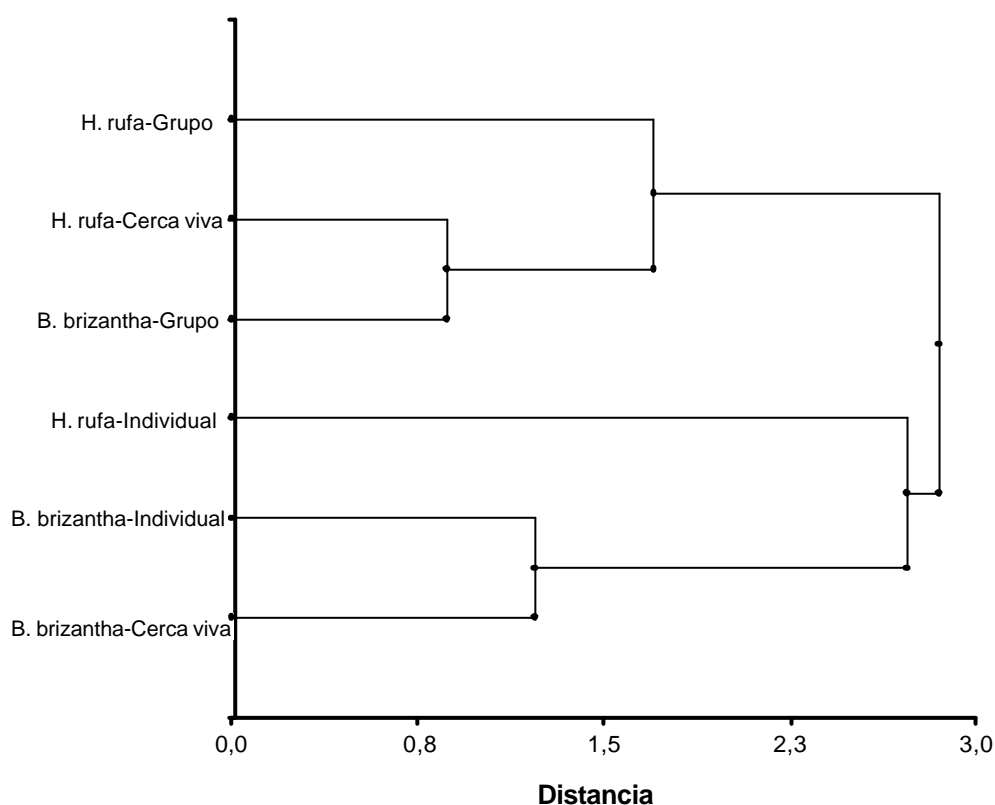
**Figura 21.** Análisis de componentes principales con las variables dasométricas para la asociación pastura-sistema en sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.

El número de larvas de garrapata en el suelo tuvo una relación negativa con el área de copa, no existieron relaciones de importancia entre las demás variables con el número de larvas en el suelo. Los tratamientos de árboles en grupo estuvieron menos relacionados con larvas, mientras que los árboles individuales y las cercas vivas tendieron a relacionarse más a las larvas en el suelo.

**Cuadro 22.** Porcentaje de variabilidad explicada en dos componentes y peso de las variables (dasométricas) para la asociación pastura-sistema en sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.

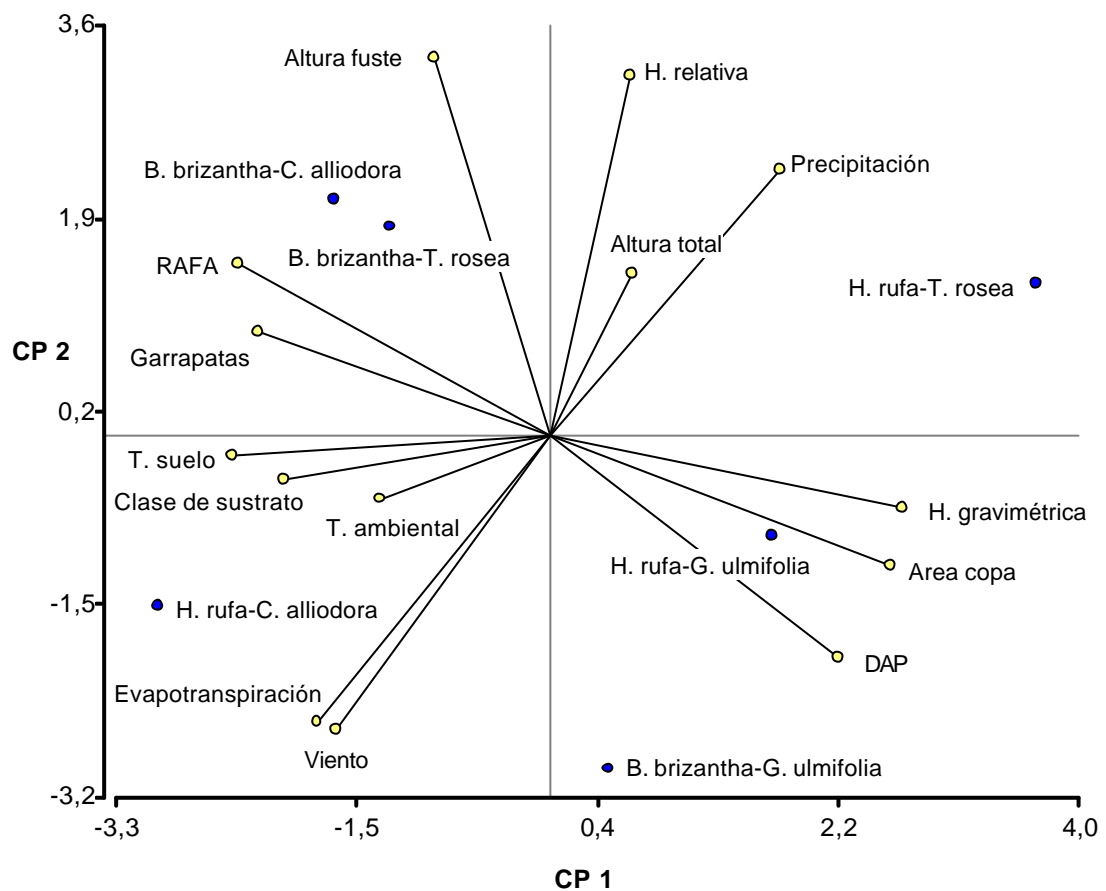
Variables	Componente principal 1 (46%)	Componente principal 2 (38%)
Diámetro a la altura del pecho (cm)	-0,07	-0,56
Área de copa (m <sup>2</sup> )	-0,54	0,26
Altura total (m)	-0,11	0,58
Altura de fuste (m)	0,40	0,43
No. De larvas de garrapatas en el suelo (5m <sup>2</sup> )	0,48	-0,25
Radiación fotosintéticamente activa (%)	0,55	0,21

En el análisis de conglomerados se presentaron dos grupos bien definidos en los tratamientos que tuvieron árboles, según las variables dasométricas y el número de larvas de garrapatas en el suelo. El primero reunió los sistemas con árboles en grupo en ambas pasturas y el tratamiento de cerca viva en pastura de *H. rufa*, mientras que el segundo grupo estuvo conformado por los árboles individuales en ambas pasturas y el tratamiento de cerca viva en pastura de *B. brizantha* (Figura 22).



**Figura 22.** Análisis de conglomerados (método Promedio, distancia Euclídea) con las variables dasométricas para la asociación pastura-sistema en sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto en la zona de Cañas, Costa Rica.

El análisis de componentes principales para la asociación pastura-especie según las variables edáficas, dasométricas, ambientales y número de larvas de garrapatas en el suelo se muestra en la Figura 23. Con dos componentes se explicó 74 % de la variabilidad. Las variables que fueron más importantes en el primer componente fueron la humedad gravimétrica y el área de copa, mientras que el segundo componente las variables que tuvieron mayor peso fueron la humedad relativa, altura de fuste, viento, evapotranspiración y precipitación (Cuadro 23).



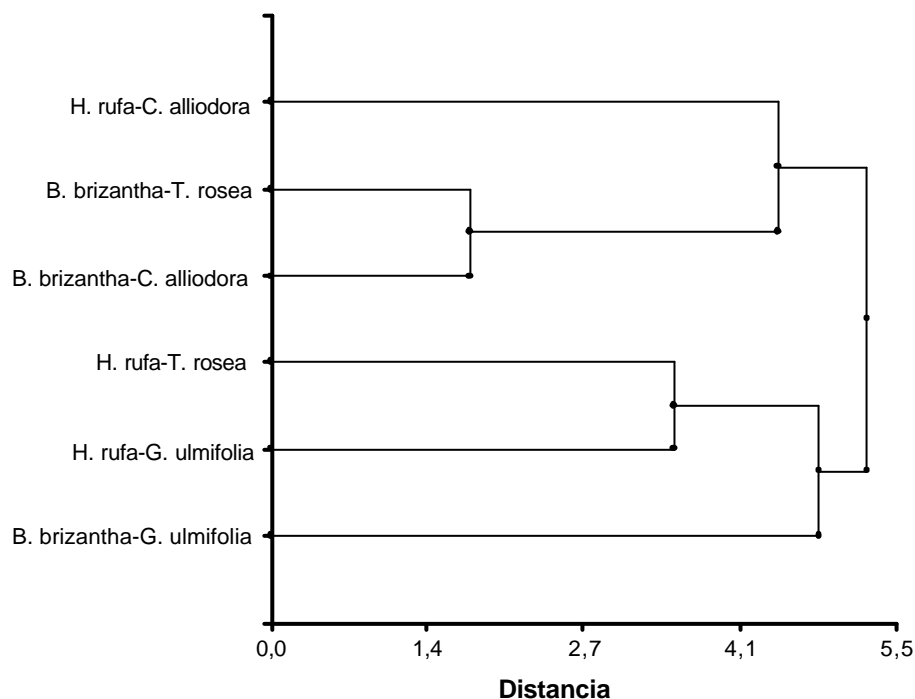
**Figura 23.** Análisis de componentes principales con las variables edáficas, dasométricas y ambientales para la asociación pastura-especie en tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica.

El número de larvas de garrapata tuvo una relación negativa con el área de copa, la humedad gravimétrica y el diámetro a la altura el pecho. Además se presentó una relación positiva con la RAFA (%), temperatura del suelo, composición botánica y la temperatura ambiente. *C. alliodora* y *T. rosea* estuvieron más relacionadas de el número de larvas en el suelo, mientras que *G. ulmifolia* fue la especie que menos relación tuvo.

**Cuadro 23.** Porcentaje de variabilidad explicada en dos componentes y peso de las variables (edáficas, dasométricas y ambientales) para la asociación pastura-especie en tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica.

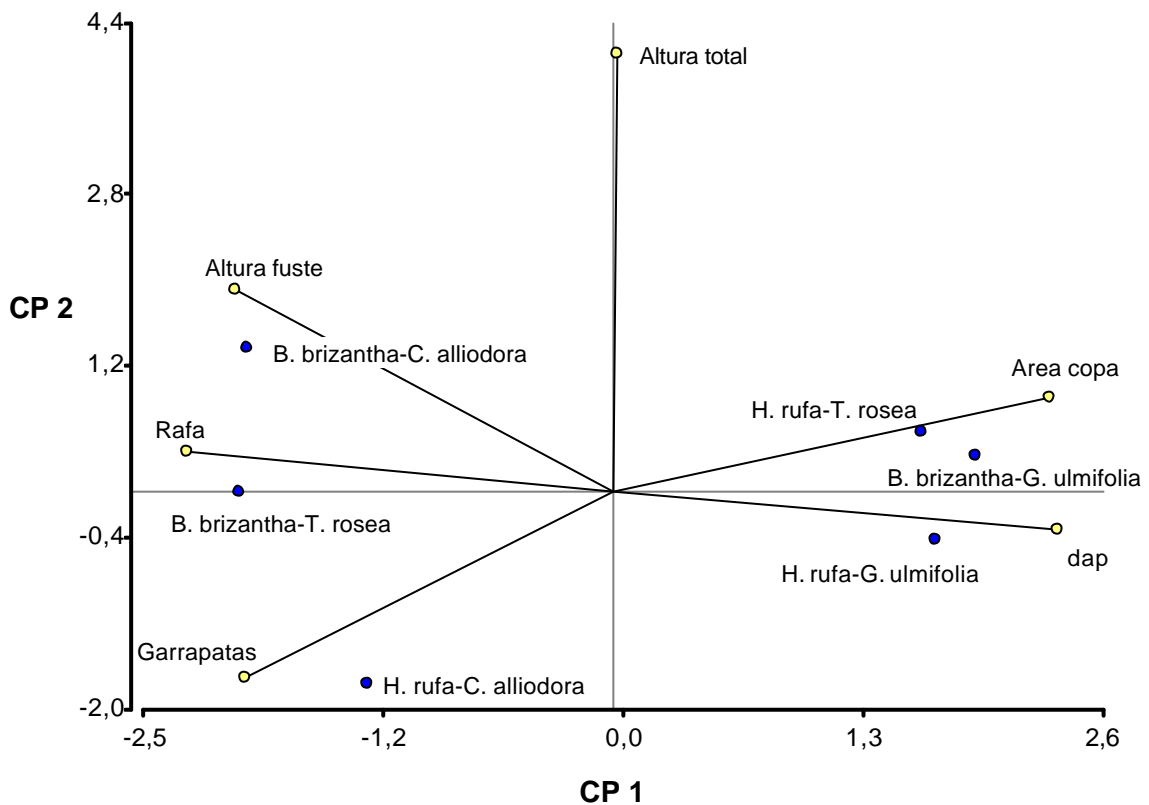
Variables	Componente principal 1 (43%)	Componente principal 2 (30%)
Diámetro a la altura del pecho (cm)	0,31	-0,27
Área de copa (m <sup>2</sup> )	0,36	-0,16
Altura total (m)	0,09	0,20
Altura de fuste (m)	-0,12	0,47
Clase de sustrato (%)	-0,28	-0,05
No. de larvas de garrapatas (5m <sup>2</sup> )	-0,31	0,13
Radiación fotosintéticamente activa (%)	-0,33	0,21
Humedad relativa (%)	0,09	0,45
Temperatura ambiental (°C)	-0,18	-0,08
Temperatura del suelo (°C)	-0,34	-0,02
Humedad gravimétrica (%)	0,37	-0,09
Viento (km/h)	-0,23	-0,36
Precipitación (mm)	0,24	0,33
Evapotranspiración (mm)	-0,25	-0,35

La agrupación de las tres especies de árboles individuales en diferente pastura según las variables edáficas, dasométricas, ambientales y número de larvas de garrapatas en el suelo, mostró dos grupos bien definidos. El primero reunió a *C. alliodora* en ambas pasturas y a *T. rosea* en las praderas con *B. brizantha*, mientras que en el segundo grupo se ubicaron *G. ulmifolia* en ambas pasturas y *T. rosea* en pasturas de *H. rufa* (Figura 24).



**Figura 24.** Análisis de conglomerados (método Promedio, distancia Euclidea) con las variables edáficas, dasométricas y ambientales para la asociación pastura-especie en tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica.

El análisis de componentes realizado para la asociación pastura-especie con variables dasométricas y el número de larvas en el suelo en las tres especies de árboles individuales se presenta en la Figura 25. Con dos componentes se explicó 91 % de la variabilidad, el primer componente presentó la RAFA, área de copa y diámetro a la altura del pecho como las variables de mayor peso, mientras que en el segundo componente la altura total fue la variable más importante.



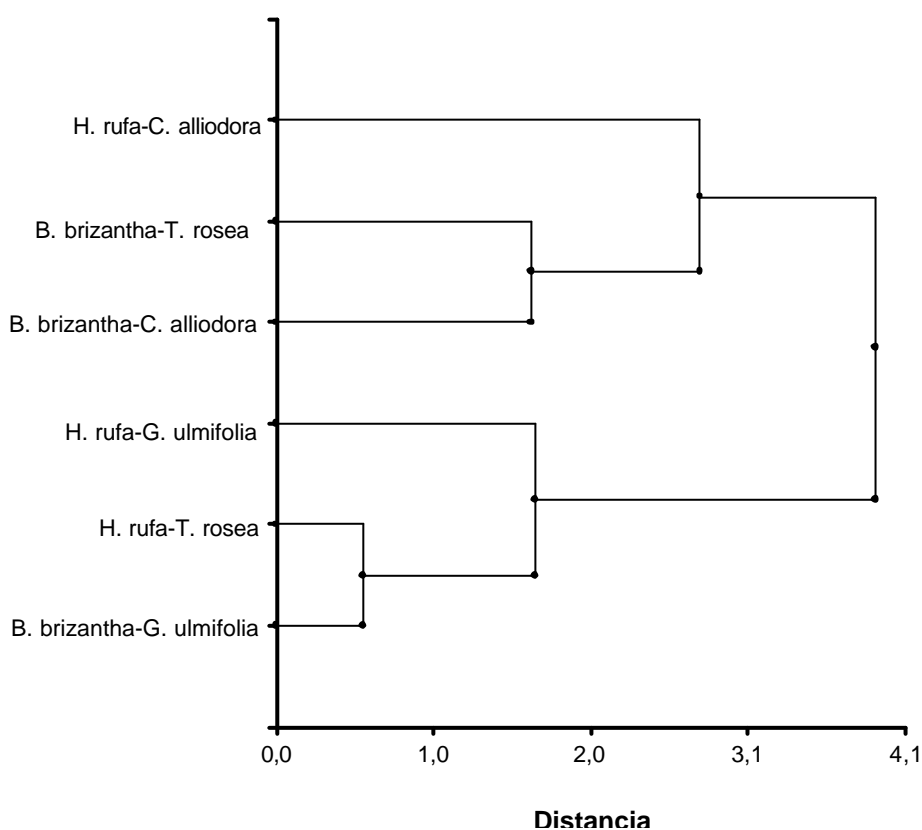
**Figura 25.** Análisis de componentes principales con las variables dasométricas para la asociación pastura-especie en tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica.

El número de larvas de garrapata tuvo una relación negativa con el área de copa y el diámetro a la altura del pecho. Los árboles de *C. alliodora* estuvieron más relacionados con la variable número de larvas de garrapatas, los de *G. ulmifolia* estuvieron menor relacionados, mientras que el grado de relación de los árboles de *T. rosea* dependió de la especie de pastura en la que se encontraban.

**Cuadro 24.** Porcentaje de variabilidad explicada en dos componentes y peso de las variables (dasométricas) para la asociación pastura-especie en tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica.

Variables	Componente principal 1 (68%)	Componente principal 2 (23%)
Diámetro a la altura del pecho (cm)	0,48	-0,07
Área de copa (m <sup>2</sup> )	0,47	0,18
Altura total (m)	4,0E-03	0,83
Altura de fuste (m)	-0,41	0,38
No. de larvas de garrapatas en el suelo (5m <sup>2</sup> )	-0,40	-0,35
Radiación fotosintéticamente activa (%)	-0,46	0,08

El análisis de conglomerados para la asociación pastura-especie según las variables dasométricas y el número de larvas de garrapatas en el suelo mostró dos grupos (Figura 26). El primer grupo reunió los árboles de *C. alliodora* en ambas pasturas y *T. rosea* en pasturas de *B. brizantha*, mientras que el segundo grupo juntó los árboles de *G. ulmifolia* en ambas pasturas y los de *T. rosea* en pasturas de *H. rufa*.



**Figura 26.** Análisis de conglomerados (método Promedio, distancia Euclídea) con las variables dasométricas para la asociación pastura-especie en tres especies de árboles individuales en la zona de Cañas, Costa Rica.

## 7. DISCUSIÓN

En la provincia de Guanacaste, predomina las garrapatas de mayor importancia económica en la producción ganadera, *B. microplus* (Anónimo 1980) y *A. cajennense* (Álvarez *et al* 2000; Hermans *et al* 1994; Vargas *et al* 1998). En este trabajo no se determinaron los géneros de las larvas en laboratorio, debido a la dificultad que representa la clasificación de este estado de desarrollo de las garrapatas, además no se disponía de claves ni de personal entrenado y con experiencia para la clasificación.

Se ha discutido bastante sobre las metodologías que deben ser utilizadas para la recolección de larvas de garrapatas en el suelo. No existen metodologías diseñadas específicamente para recolectar larvas de garrapatas bajo sistemas silvopastoriles, de tal manera que se utilizó la metodología de barrido o arrastre, la cual ha sido utilizada en trabajos de pasturas sin cobertura arbórea (Serra 1982, Rawlins 1979). La metodología de arrastre se reformo de manera que permitiera ser utilizada bajo los diferentes sistemas silvopastoriles. En este trabajo no se midió la presencia de garrapatas en los árboles lo que puede ser una debilidad metodológica debido que algunos trabajos han encontrado garrapatas en los troncos de los árboles (Lane 1995, Carroll 1996, Slowik y Lane 2001), sin embargo las especies de garrapatas encontradas fueron diferentes a *B. microplus* y *A. cajennense* que han sido encontradas principalmente en la cobertura sobre el suelo (pastos y arbustos).

En este trabajo se encontró la presencia de larvas de garrapatas en el suelo en 17% de los sitios muestreados, lo que se puede explicar por el control de garrapatas que hacen los productores y por las condiciones ambientales que se presentaron durante la fase de campo. Los productores de las fincas en las cuales se realizó en trabajo mantuvieron durante la época seca una alta intensidad de baños (10-15 días) para el control de mosca, esto pudo afectar las poblaciones de garrapatas encontradas en el suelo. También las condiciones ambientales de la zona presentes durante la fase de campo pudieron afectar las poblaciones de garrapatas, ya que el trabajo se realizó durante la época seca donde predominó la alta temperatura ambiente, alta evapotranspiración, fuertes vientos, baja precipitación y baja humedad relativa, condiciones que afectan la supervivencia de las garrapatas.

Se ha encontrado variación estacional de poblaciones de *Boophilus* y *Amblyomma* en zonas tropicales, donde las condiciones climáticas de la estación marcan el comportamiento de las poblaciones de garrapatas. Los productores de la zona donde se

realizó en trabajo mencionan que las mayores infestaciones de garrapatas se presentan durante el mes de diciembre (época de lluvias), lo que corresponde con lo encontrado por Quiroz (1994) quien menciona que el incremento de las poblaciones de *Boophilus* y *Amblyomma* se da con el aumento de la temperatura ambiente y la humedad relativa en las épocas de lluvias. Debido a la duración de este trabajo no se pudo detectar cambios entre las estaciones seca y la lluviosa.

Existe poco conocimiento sobre aspectos cuantitativos de la supervivencia larvaria, un patrón en el campo es la tendencia de la mayoría de las larvas a persistir por un periodo mucho más corto que un pequeño porcentaje de sus congéneres (Wilkinson y Wilson 1959). Snowball (1957) menciona que los grupos de larvas disminuyen rápidamente en las hojas hasta quedar muy pocas larvas que permanecen largos periodos. Esto puede explicar las pocas larvas encontradas en cada sitio y la alta variabilidad; en promedio se recolectaron 35,7 larvas/5m<sup>2</sup> con un rango entre 1 – 445 larvas/5m<sup>2</sup>. Las condiciones ambientales presentes en la época seca pudieron afectar el número de larvas encontradas en cada sitio, lo que corresponde con lo dicho por Benavides (1983), Wilkinson y Wilson (1959) quienes mencionan que en la estación seca se presenta baja supervivencia larvaria debido a las condiciones calidas y secas que tienen las larvas desde su nacimiento, hay evidencia que la supervivencia larvaria depende de la temperatura y la humedad relativa a la cual fue sometida en estado de huevo. Hitchcock (1955) y Harley (1996) mencionan que la progenie de garrapatas expuestas en la estación seca es más corta.

La clase de sustrato o cobertura presente en el suelo puede favorecer la permanencia, desarrollo y supervivencia de las larvas de garrapatas. *A. cajennense* tiene preferencia por la vegetación alta y densa (Serra 1982), otros sitios donde las garrapatas pueden poner sus huevos para protegerlos son en grietas cerca del suelo y las piedras (Soulsby 1987), además de los sitios con hojarasca (Sonenshine 1991, Carroll 1996, Slowik y Lane 2001). En este trabajo la mayoría de los sitios con presencia de larvas de garrapatas en el suelo presentaron como sustrato cobertura de gramíneas, mientras que la presencia de piedras y maleza tuvieron baja presencia de larvas, esto se puede explicar por el fuerte control químico y manual de malezas que hacen los productores de las fincas especialmente en la época seca.

Aunque se ha utilizado la quema de las pasturas en verano como control de garrapatas se comprobó la capacidad de las hembras de enterrarse cerca de las raíces de las gramíneas y sobrevivir a esta práctica (Serra 1982). Otra práctica muy común para



controlar garrapatas es el reemplazo de pasturas naturalizadas por pasturas mejoradas (Cordoves y Vitorte 1989). En las fincas utilizadas en este trabajo no se utiliza el fuego como control de garrapatas, mientras que si se observa una marcada tendencia de los productores a cambiar las pasturas de *H. rufa* por el pasto *B. brizantha*.

Mangold *et al.* (1994) encontraron los picos poblacionales de *B. microplus*, *A. cajennense* y otras especies de garrapatas cuando los animales estaban en potreros con pasturas naturales. En este trabajo, a pesar de que no se encontraron diferencias estadísticas entre los dos tipos de pastura, en cuanto al número total de larvas, ni al número de sitios con presencia de larvas de garrapatas en el suelo, se observó que la pastura mejorada (*B. brizantha*) tuvo 40,3 % más larvas en el suelo que la pastura naturalizada (*H. rufa*), lo que muestra que la presencia de las larvas de garrapatas en el suelo estuvo afectada por el tipo de pasto. El mayor número de las larvas de garrapatas en la pastura de *B. brizantha* se puede explicar por la mayor resistencia que tiene esta especie de pasto a la sequía, el hábito de crecimiento erecto en macollas o matones y el alto porcentaje de cobertura del suelo. Estas condiciones favorecen la supervivencia larvaria al mantener la humedad relativa y proteger las larvas del viento y la luz ultravioleta. Benavides (1983) encontró mayor supervivencia larvaria en época seca en pasturas de *Brachiaria*, además menciona mayor longevidad total en periodos secos en pasturas de *Brachiaria* que en sabanas nativas (77 y 65 días respectivamente). En contraposición López (1980b) encontró similar actividad larvaria entre pasturas con *H. rufa* y *B. decumbens*.

Los productores durante la época de lluvias mantienen un pastoreo rotacional que contribuye al control de garrapatas, pero en la época seca al disminuir la oferta forrajera en los potreros, establecen un sistema de pastoreo continuo, lo que hace que los animales permanezcan mayor parte del tiempo en los potreros con mayor oferta forrajera que normalmente son los establecidos con *B. brizantha*. Esto sumado a las características particulares de esta especie de pasto (resistencia a la sequía, hábito de crecimiento y cobertura del suelo) podría explicar las diferencias encontradas con *H. rufa*.

La temperatura ambiente y la humedad relativa son los dos factores principales para el desarrollo de las garrapatas (Barriga 1997). En el trópico la reproducción es continua y se ve favorecida por temperaturas entre 27 y 33 °C y humedades relativas mayores a 70 % (Betancourt 1980). Guglielmone *et al.* (1990) encontraron mayor densidad de garrapatas en áreas forestadas que en áreas abiertas y lo atribuyeron a las condiciones microclimáticas bajo los árboles, mencionan que la alta temperatura en áreas abiertas puede matar a las garrapatas por deshidratación. La temperatura ambiente bajo los

árboles se reduce en 2 a 3 °C bajo las copas de los árboles en relación con áreas de potrero abierto (Wilson y Ludlow 1991) y la humedad relativa aumenta hasta en 5% (Casa *et al.* 1993, Pezo y Ibrahim (1998). En este trabajo aunque se presentaron diferencias estadísticas en la temperatura ambiente y la humedad relativa entre los diferentes sistemas silvopastoriles y las áreas de potrero abierto, no existieron diferencias estadísticas en el número de sitios con presencia de larvas y en el número total de larvas de garrapatas en el suelo entre los sistemas con árboles y las áreas de potrero abiertas. Esto se puede explicar debido a que la temperatura ambiente bajo la copa de los diferentes sistemas silvopastoriles (32 °C en promedio) y las áreas de potrero abierto (33,6 °C) estuvieron dentro del rango óptimo de temperatura necesario para la supervivencia de las garrapatas. A diferencia, la humedad relativa bajo las copas de los sistemas con árboles y las áreas de potrero abierto (64,2 y 65,2 % respectivamente) estuvieron por debajo de la humedad relativa que favorece la supervivencia de las garrapatas, factor que también puede explicar la baja cantidad de larvas y de sitios con presencia de larvas en el suelo tanto en sistemas silvopastoriles como en las áreas abiertas.

En este trabajo se encontró una relación positiva entre la cobertura de árboles dispersos en el potrero (árboles individuales y en grupo) y el número de larvas de garrapatas presentes en el suelo, a medida que aumenta la cobertura arbórea en el potrero aumenta el número de larvas en el suelo. Se podría pensar que el efecto de los sistemas silvopastoriles sobre las larvas de garrapatas en el suelo no está dado por el microclima bajo la copa de los árboles de estos sistemas, sino por la distribución espacial de los árboles en el potrero, árboles distribuidos uniformemente en el área del potrero pueden tener un efecto sobre los fuertes vientos que se presentan en la época seca y que afectan la supervivencia de las garrapatas. En relación al efecto del viento Serra (1982) encontró que es un factor importante en la distribución de garrapatas, mientras que Wilkinson y Wilson (1959) mencionan que los vientos pueden desplazar las larvas de su posición de reposo en el pasto y aunque no las destruyan pueden acortar sus vidas al provocarles un gasto de energía al tratar de volver a ganar posiciones favorables en busca de un hospedero. Cuando se analizó la cobertura total presente en el potrero, es decir cuando se incorporó la cobertura de las cercas vivas, no se encontró esta relación con el número total de larvas de garrapatas en el suelo, lo que hace pensar que el manejo que los productores dan a los árboles puede influir en esta relación. En las fincas utilizadas en este trabajo, las cercas vivas son podadas cada 2 años, por lo tanto el efecto de estas sobre la reducción de la velocidad de los vientos es mínimo.

Slowik y Lane (2001) encontraron mayor número de ninfas de garrapatas (*I. pacificus*) en los troncos y bajo árboles que tenían un diámetro a la altura del pecho entre 80-130 cm y además presentaban musgo y fisuras en el tronco, además mencionan que la presencia de garrapatas estuvo asociada a la ausencia de sombra de los árboles ( $p < 0,025$ ), de manera similar Lane (1995) menciona que la sombra parece tener un efecto contraproducente en la actividad de *I. pacificus*. Los autores atribuyen estos resultados al microclima que se presentó en las fisuras de los troncos recubiertas por musgo (menor temperatura ambiente y mayor humedad relativa). En este trabajo no se encontraron diferencias en número total de larvas, ni en el número de sitios con presencia de larvas en el suelo, entre los sistemas silvopastoriles, ni entre las especies de árboles individuales, a pesar de haber diferencias estadísticas en el porcentaje de transmisión de la RAFA. Carroll (1996) menciona que la presencia de garrapatas puede estar asociada a árboles individuales más que a géneros específicos o especies de árboles.

El área de la copa presentó una relación negativa con el número de sitios con presencia de larvas de garrapatas en el suelo. Esto puede tener más relación con el movimiento y la ubicación de los animales bajo los árboles que con las características propias de la estructura de la copa. Los animales tienden a ubicarse bajo los árboles o grupos de árboles especialmente en las horas más calurosas del día, observándose mayor número de animales bajo los sitios con mayor área de copa. La búsqueda de por las zonas con árboles es más marcada por los bovinos de razas *Bos taurus* debido a la poca adaptabilidad a las condiciones tropicales. El movimiento de los animales bajo los árboles produce la pérdida de la cobertura del suelo por pisoteo y acumulación de heces y orina en estos sitios lo que genera condiciones que podrían no favorecer la supervivencia larvaria. Estas condiciones son más acentuadas en lugares con mayor área de copa al albergar mayor número de animales y por lo tanto mayor cantidad de excretas.

Los productores de de la zona creen que hay más garrapatas en los potreros con cobertura arbórea y que los árboles favorecen la supervivencia de garrapatas. Esta creencia hace que los productores en algunas regiones utilicen la tala de los árboles dispersos en el potrero como medida de control de garrapatas. Mangold *et al.* (1994) mencionan que el ciclo de vida de *Amblyomma* se afecta en áreas bastante deforestadas. Mangold *et al.* (1994) encontraron que el pico poblacional de *B. microplus* en un año se presentó cuando los animales estaban en áreas deforestadas y en el siguiente año se presentó en pasturas forestadas. Además menciona que los picos poblacionales de *A. cajennense* y de otras especies de garrapatas se presentaron en áreas de pasturas forestadas, lo que muestra posibles diferencias entre especies de garrapatas y aun

diferencias entre la misma especie a lo largo del tiempo. Quiroz (1994) menciona que *B. microplus* se encuentra en sabanas boscosas. Existe un vacío en el conocimiento sobre la dinámica y distribución poblacional de garrapatas en sistemas ganaderos de pasturas con árboles. Se ha mencionado el comportamiento estacional de las poblaciones de garrapatas, por lo tanto es necesario que los trabajos en esta área del conocimiento tengan una duración de 4 o 5 años que permita entender la dinámica en el tiempo.

Según lo encontrado en este trabajo los sistemas silvopastoriles y las áreas de potrero abiertas presentan las mismas condiciones en la época seca para la presencia de larvas de garrapatas en el suelo. La reducción en la cantidad y calidad del forraje durante la época seca no permite que los animales llenen sus requerimientos nutricionales, además de la reducción del consumo voluntario a causa del estrés calórico que sufren los animales en esta época, puede disminuir la respuesta inmunológica de los animales a las enfermedades transmitidas por las garrapatas. Los sistemas silvopastoriles tienen gran importancia especialmente en la época seca debido a los aportes nutricionales mediante la producción de frutos y follaje, además reducen el estrés calórico de los animales al proporcionarles protección del sol en las horas más calurosas del día. Estos sistemas ayudan a reducir parte de los factores que pueden deprimir el sistema inmunológico, especialmente de las razas *Bos taurus*.

## 8. CONCLUSIONES

Los cambios en las condiciones ambientales a lo largo del año influyen en la dinámica de las poblaciones de garrapatas. La duración de este trabajo no permitió registrar posibles cambios en la distribución de larvas de garrapatas en el suelo, bajo sistemas silvopastoriles y áreas de potrero abierto.

En la época seca las condiciones ambientales que influyen en el desarrollo y la supervivencia de las larvas de garrapatas en el suelo, son similares en las áreas de potrero abierto y bajo los árboles de sistemas silvopastoriles. No existen diferencias en el número de larvas de garrapatas en el suelo entre áreas de potrero abierto y bajo sistemas con árboles.

El aumento de la cobertura arbórea de los árboles en el potrero, podrían favorecer la presencia de garrapatas en la época seca, al reducir los factores ambientales (viento, temperatura ambiental y humedad relativa) que afectan la supervivencia de las garrapatas.

El mayor número de larvas de garrapatas en el suelo de potreros establecidos con pasto *B. brizantha* durante la época seca, podría estar relacionada con el hábito de crecimiento, la mayor cobertura del suelo y la resistencia de esta especie a la sequía. Estas características ofrecen a las larvas, mejores condiciones de humedad, protección contra la luz ultravioleta y el viento. Además la mayor oferta de forraje de *B. brizantha* en la época seca y el pastoreo continuo que se presenta en los potreros sembrados con esta especie puede contribuir a encontrar mayor cantidad de larvas de garrapatas en el suelo durante esta época.

Aunque es necesario generar más información sobre la dinámica poblacional de garrapatas en sistemas silvopastoriles, los resultados de este trabajo muestran que los sistemas ganaderos con cobertura arbórea deben ser considerados dentro de una propuesta de ganadería ecológica que busque una producción armónica con el medio ambiente.

## 9. RECOMENDACIONES

Existe poco conocimiento sobre la dinámica poblacional de garrapatas en sistemas silvopastoriles, se recomienda establecer nuevos trabajos que contribuyan a entender las relaciones entre bovinos-árboles y garrapatas. Sería importante realizar un diseño donde se controle la mayor cantidad de fuentes de variabilidad inducidas por el manejo de las fincas.

Debido a los cambios estacionales de las poblaciones de garrapatas en las diferentes épocas del año y aun en la misma época (seca o lluviosa) de diferentes años. Sería importante que futuros trabajos se lleven a cabo durante un periodo mínimo de 3 o 4 años, con el fin de determinar la dinámica de garrapatas en las diferentes épocas del año durante este periodo.

La cobertura arbórea de los árboles dispersos parece tener un importante papel sobre la cantidad de larvas de garrapatas en el suelo en la época seca, posiblemente al reducir el efecto del viento. Es necesario diseñar trabajos que permitan aclarar el impacto de diferentes porcentajes de cobertura arbórea y el efecto de la distribución de los árboles en el potrero sobre la distribución y la dinámica de las poblaciones de garrapatas.

El uso indiscriminado de químicos para el control de garrapatas no solamente reduce momentáneamente las poblaciones en el corto plazo, si no que además crea resistencia al principio activo por parte de las poblaciones de garrapatas. En futuros trabajos se recomienda evaluar sistemas silvopastoriles en los cuales se realice un control químico racional de garrapatas y otros donde el control sea mínimo con el objetivo de medir el impacto de los sistemas silvopastoriles bajo estas condiciones.

La ubicación de los animales bajo la copa de los árboles produce el acumulo de altas cantidades de excretas, las cuales aportan al suelo elevados niveles de nitratos. Se recomienda estudiar los posibles efectos del pisoteo y la concentración de nutrientes en el desarrollo y la supervivencia larvaria en estas áreas.

## 10. BIBLIOGRAFIA

- Acha, P; Szyires, B. 1986. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. 2 ed. OPS (Organización Panamericana de la Salud); OMS (Organización Mundial de la Salud). Washington, D.C. p. 66-69, 90-93, 262-276, 579-584.
- Álvarez, V; Bonilla, R; Chacón, I. 2000. Distribución de la garrapata *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae) sobre *Bos taurus* y *Bos Indicus* en Costa Rica. Revista Biología Tropical. 48 (1): 129-135.
- \_\_\_\_\_. 2001. Resistencia de la garrapata común del ganado bovino, *Boophilus microplus*, a organofosforados y piretroides en Costa Rica. Boletín de Parasitología. UNA, MAG. Heredia, CR. 2 (3): 1.
- \_\_\_\_\_. (s.f). Situación de la resistencia de la garrapata *Boophilus microplus*, (Canestrini,1887) a organofosforados y piretróides en Costa Rica. Revista de Ciencias Veterinarias 41-60.
- Anónimo. 1980. Informe final proyecto estudio de factibilidad para el control de la garrapata. San José, CR. p 1-118.
- Barnett, SF. 1961. Lucha contra las garrapatas del ganado. FAO Estudios Agropecuarios No 54. Roma, IT. 127 p.
- Barriga, O. 1997. Veterinary parasitology for practitioner. 2 ed. Minnesota, US. Burgess International Group. p. 10.3-10.8.
- Belsky, AJ. 1992. Effects of trees on nutritional quality of understory gramineus forage in tropical savannas. Tropical Grasslands 26: 12-20.
- Bellow, JG. 2000. Canopy variation in overstory species and assessment of light availability for shaded crops in agroforestry systems. Mag Sc, Thesis. Florida, US. University of Florida.

- Benavides, E. 1983. Observaciones sobre a fase no parasitica del ciclo evolutivo de *Boophilus microplus* en la altillanura plana Colombiana. Revista ICA (18): 513-524.
- \_\_\_\_\_. 1995. Resistencia de artrópodos a pesticidas. Factores que favorecen su desarrollo y estrategias para combatirla. Revista ACOVEZ 20 (2): 26-33.
- Betancourt, A. 1980. Métodos no tradicionales en la lucha contra las garrapatas.. ICA (Instituto Colombiano Agropecuario, CO). p. 17-31. (Compendio no. 39).
- Bird, PR. 1998. Tree windbreaks and shelter benefits to pasture in temperature grazing systems. Agroforestry Systems. 41: 35-54.
- Blackshaw, J; Blackshaw, AW. 1994. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. Australian Journal of Experimental Agriculture. 34: 285-295.
- Blood, DC; Radostits, OM. 1992. Medicina Veterinaria. 7 ed. Interamericana McGraw-Hill, v. 2., p. 1167-1172.
- Bolivar, DM. 1998. Contribución de *Acacia mangium* al mejoramiento de la calidad forrajera de *Brachiaria humidicola* y la fertilidad de un suelo ácido del trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 97 p.
- Bram, RA. 1975. Enfermedades del ganado transmitidas por las garrapatas y sus vectores. Revista Mundial de Zootecnia, 16: 1-5.
- Carroll, JF. 1996. Occurrence of larval *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) on tree trunks. Journal Medical Entomology 33: 971-975.
- Casa, R; Scarascia-Mugnozza, G; Valentín, R; Bimbi, R. 1993. Effects of an Eucalyptus shelterbelt in Coastal Central Italy on the microclimate and energy budget of maize. In The Fourth International Symposium on Windbreaks and Agroforestry Proceedings. Hedeselskabet, Denmark. p 53-57.
- Casasola, F. 2000. Productividad de los sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotente Estelí, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 95 p.



- Cordoves, CO; Vitorte, E. 1989. Ecología y control de las garrapatas en la republica de Cuba. The eradication of ticks. FAO. México, MX. p. 223-229.
- Cowan, RT; Moss, RJ; Kerr, DV. 1993. Northern dairy feed base, summer feeding systems. Tropical Grasslands. 27: 150-161.
- De Jesús, Z. 1934. The repellent and killing effects of gordura grass on the larva of the cattle tick (*Boophilus australis*) Phillip. Journal of Animal Indian (1):193-207.
- Djimde, M; Torres, F; Migongo-Bake, W. 1987. In Reifsnnyder, WS; Darnhofer, TO.(eds). Metereology and Agroforestry . Nairobi, KE. ICRAF, WMO, UNEP. p. 463-470.
- Duran, H. 1990. Protozoologia Clínica Veterinaria. Universidad de Caldas. Manizales, CO. p. 204-235. (Monografías Universitarias 5).
- Fernández, M; Cruz, C; García, Z; Saltigeral, J. 1999. Estudio de seguimiento del efecto anti-garrapata de las leguminosas tropicales *Stylosanthes humilis* y *Stylosanthes hamata* de un año de edad. Técnica Pecuaria en México 37 (3): 51-56.
- George, JE. 1989. Wildlife as a constraint to tick eradication of *Boophilus* spp. The eradication of ticks. FAO. México, MX. p. 146-153.
- Guglielmono, A; Hadani, A; Mangold, A. 1986. Empleo de dióxido de carbono para captura de ninfas y adultos de *Amblyomma neumanni* y *Amblyomma cajennense*. Revista Medicina Veterinaria 67 (5): 238-245.
- Guglielmono, AA; Hadani, A; Mangold, A; De Haan, L; Bermudez, A. 1981. Garrapatas (Ixodoidea-Ixodidae) del ganado bovino en la provincia de Salta: especies y carga en 5 zonas ecológicas. Revista Medica Veterinaria 62 (3): 194-205.
- Guglielmono, AA; Mangold, AJ; Aguirre, DH; Gaido, AB. 1990. Ecological aspects of four species of ticks found on cattle in Salta, northwest Argentina. Veterinary Parasitology 35: 93-101.
- Hafez, ES. 1996. Reproducción e inseminación artificial en animales. 3 ed. México, MX. Interamericana-McGraw-Hill. p. 258-262.

- Harley, KL. 1966. Studies on the survival of the non-parasitic stages of the cattle tick *Boophilus microplus* in three climatically dissimilar districts of north Queensland. Australian Journal of Agricultural Research 17: 387-410.
- Hermans, P; Dwinger, R; Herrero, M. 1994. Seasonal incidence and hemoparasite infectins rates of ixodid ticks (Acari: Ixodidae) detached from cattle in Costa Rica. Revista Biológica Tropical 42: 623-632.
- Hitchcock, LF. 1955. Studies of the non parasitic stages on the cattle tick *Boophilus microplus*. Australian Journal Zoology (3): 295-311.
- Holdridge, LR. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, CR. IICA 216 p (Serie libros y materiales educativos IICA. No. 34).
- InfoStat. 2002. InfoStat versión 1.6/ Profesional. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Kaimowitz, D; Angelsen, A. 2001. ¿Ayudará la intensificación ganadera a salvar los bosques tropicales de América Latina? En: Conferencia Electrónica: Potencialidades de los Sistemas Silvopastoriles para la generación de Servicios Ambientales. LEAD, CATIE, FAO (en línea). Consultado 21 nov. 2002. Disponible en <http://lead.virtualcentre.org/es/ele/conferencia3/articulo6.htm>
- Knowles, RL. 1991. New Zealand experience with silvopastoril systems: A review. Forest Ecology and Management. 45: 521-267.
- Lane, RS; Kleinjan, JE; Schoeler, GB. 1995. Diel activity of nymphal *Dermacentor occidentalis* and *Ixodes pacificus* (Acari : Ixodidae) in relation to meteorological factors and host activity periods. Journal Medical Entomology 32:290-299.
- López, G. 1980a. Bioecología y distribución de garrapatas en Colombia. ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). p. 33-43. (Compendio no. 39).
- López, G. 1980b. Biología, morfología y taxonomía de garrapatas de interés económico. ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). p. 1-16. (Compendio no. 39).

- Mader, TL; Dahlquist, JM; Hahn, GL; Gaughan, JB. 1999. Shade and wind barrier effects on summertime feedlot cattle performance. *Journal Animal Science* 77: 2065-2072.
- Mangold, AJ; Aguirre, DH; Gaido, AB; Guglielmone, AA. 1994. Seasonal variation of ticks (Ixodidae) in *Bos taurus* X *Bos indicus* cattle under rotational grazing in forested and deforested habitats in northwestern Argentina. *Veterinary Parasitology* 54:389-395.
- Mateus, G. 1982. Garrapatas como vectores de hemopárasitos, con énfasis en *Boophilus microplus*. In IX Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Cali, CO. SOCOLEN. p. 117-135.
- McDaniel, AH; Roark, CB. 1956. Performance and grazing habits of Hereford and Aberdeen-Angus cows and calves on improved pastures as related to types of shade. *Journal of Animal Science* 15 (1): 59-63.
- Méndez, E; Beer, J; Faustino, J; Otálora, A. 2000. Plantación de árboles en línea. Turrialba, CR, CATIE. p. 11-15. (Proyecto agroforestal CATIE-GTZ).
- Mitlohner, FM; Morrow, JL; Dailey, JW; Wilson, SC; Galyean, ML; Miller, MF; McGlone, JJ. 2001. Shade and water misting effects on behaviour, physiology, performance, and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. *Journal of Animal Science* 79: 2327-2335.
- Montagnini, F. 1992. Sistemas Agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. Organización para Estudios Tropicales. San José, CR. p. 71-79.
- Montairo, SG; Carneiro, ME; Bittencourt; V; Daemon, E. 1998. Efeito do isolado 986 do fungo *Beauveria bassiana* (Bals) vuill sobre femeas ingurgitadas de *anocentor nitens* Neumann, 1897 (Acari:Ixodidaeae). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia* 50 (6): 673-676.
- Nari, A; Hansen, JW. 1999. Resistencia de los ecto y endoparásitos: soluciones actuales y futuras. In Informes de síntesis sobre los temas técnicos presentados al comité internacional o a las comisiones regionales. Roma, IT. p. 23-33.

- Norton, RL. 1988. Windbreaks: benefits to orchard and vineyard crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 22-23: 205-214.
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1998. Sistemas Silvopastoriles. Turrialba, CR, CATIE. p. 227-230. (Proyecto Agroforestal CATIE-GTZ)
- Preston, T; Leng, R. 1990. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. 2 ed. Cali, CO. p. 241-243
- Quiroz, H. 1994. Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. Eds. N, Utera. 5 ed. México D.F. MX. p. 768-802.
- Rawlins, S. 1979. Seasonal variation in the population density of larvae of *Boophilus microplus* (Canestrini) in Jamaican pastures. *Bull. Ent. Res.* 69: 87-91.
- Restrepo, C. 2002. Relaciones entre cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco, Cañas, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CO, CATIE. 102 p.
- Reynolds, SG. 1995. Pasture – cattle – coconut systems. Bangkok, Thailand. FAO , Regional Office for Asia and the Pacific.
- Rijo, E. 1995. Control biológico de *Boophilus microplus* (Canestrini, 1878). *In* Curso internacional de lucha Biológica. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. MINAGRI. Habana, CU. 7 p.
- Rodríguez, M; Penichet, M; Mouris, AE; Labarta, V; Lorenzo, L; Rubiera, R; Cordoves, C; Sánchez, PA; Ramos, E; Soto, A; Canales, M; Palenzuela, D; Triguero, A; Leonart, R; Herrera, L; De la Fuente, J. 1995. Control of *Boophilus microplus* populations in grazing cattle vaccinated with a recombinant Bm86 antigen preparation. *Veterinary Parasitology* 57: 339-349.
- Rodríguez, R; Dominguez, J. 2000. Enfermedades transmitidas por garrapatas. *Revista Biomédica* 9 (1): 26-37.

- Sacido, M; Loholaberry, F; Sánchez, N; Intruvini, J. 2001. Effect of caloric stress on milk production and animal comfort. *In* Proceedings of the International Grassland Congress (XIX, 2001, Sao Paulo). Eds. JA Gomide; WR Soares; Carneiro S. Sao Paulo. FEALQ. p 441-442.
- Sánchez, M. 1999. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en América Latina Tropical. *In* Agroforestería para la Producción Animal en América Latina. FAO. p. 1-13.
- Serra, N. 1982. Epidemiologia de *Amblyomma cajennense*: ocorrência estacional e comportamento dos estados não-parasitarios em pastagens do Estado do Rio de Janeiro. *Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro* 5 (2):187-193.
- Slowik, TJ; Lane, RS. 2001. Nymphs of the western black-legged tick (*Ixodes pacificus*) collected from tree trunks in woodland-grass habitat. *Journal of Vector Ecology* 26 (2): 165-171.
- Snowball, GV. 1957. Ecological observations on the cattle tick *Boophilus microplus* Can. *Australian Journal of Agricultural Research* (8): 394-413.
- Sonenshine, DE. 1991. Water balance in non-feeding ticks. *Biology of ticks* (1):398-412.
- Soulsby, EJ. 1987. Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos. 7 ed. Mexico, D.F. MX. Interamericana. p. 453-479, 719-741, 765-767.
- Stokes, K. 2001. Farmers knowledge about the management and use of trees on livestock farms in the Cañas area of Costa Rica. MSc Thesis. University of Wales, Bangor.
- Sutherst, RW; Kerr, JD; Maywald, GF; Stegeman, DA. 1983. The effect of season and nutrition on the resistance of cattle to the tick *Boophilus microplus*. *Australian Journal of Agricultural Research* 34:329-339.
- Vargas, E; Alvarez, V; Herrero, M; Pérez, E; Buening, G, 1998. Determinación de la incidencia a seropositividad, infección a *Babesia bovis* y *Babesia bigemina*

(Hemosporidia: Babesiidae), en ganado cebuino adulto de una finca de cría, en un clima tropical seco de Costa Rica. *Revista Ciencias Veterinarias* 20: 47-56.

Wilkinson, PR. 1961. The use of sampling methods in studies of the distribution of larvae of *Boophilus microplus* in pastures. *Australian Journal of Zoology* 9: 752-782.

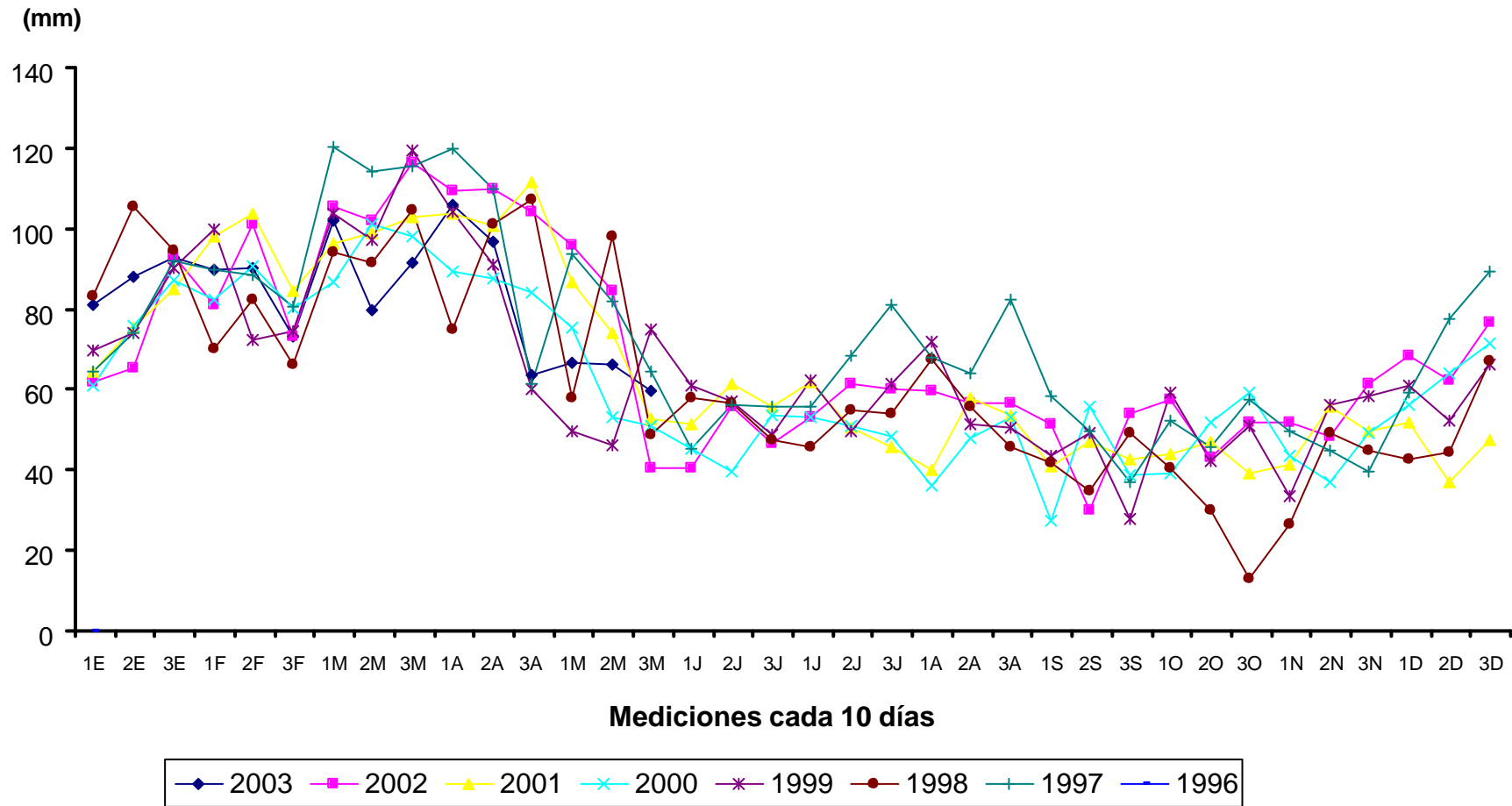
\_\_\_\_\_; Wilson, JT. 1959. Survival of cattle ticks in Central Queensland pastures. *Australian Journal of Agricultural Research* (10):129-143.

Wilson, JR; Ludlow, MM. 1991. The environment and potential growth of herbage under plantations. In Shelton, HM. Y WW. Stur (eds). *Forages for plantation crops*. Canberra, AU. ACIAR. p. 10-24. (Proceedings no. 32)

Wilson; LJ; Sutherst, RW; Kerr, JD. 1989. Trapping of larvae of the cattle tick *Boophilus microplus* by *Stylosanthes scabra* under grazing conditions. *Australian Journal of Agricultural Research* 40 (6): 1301-1308.

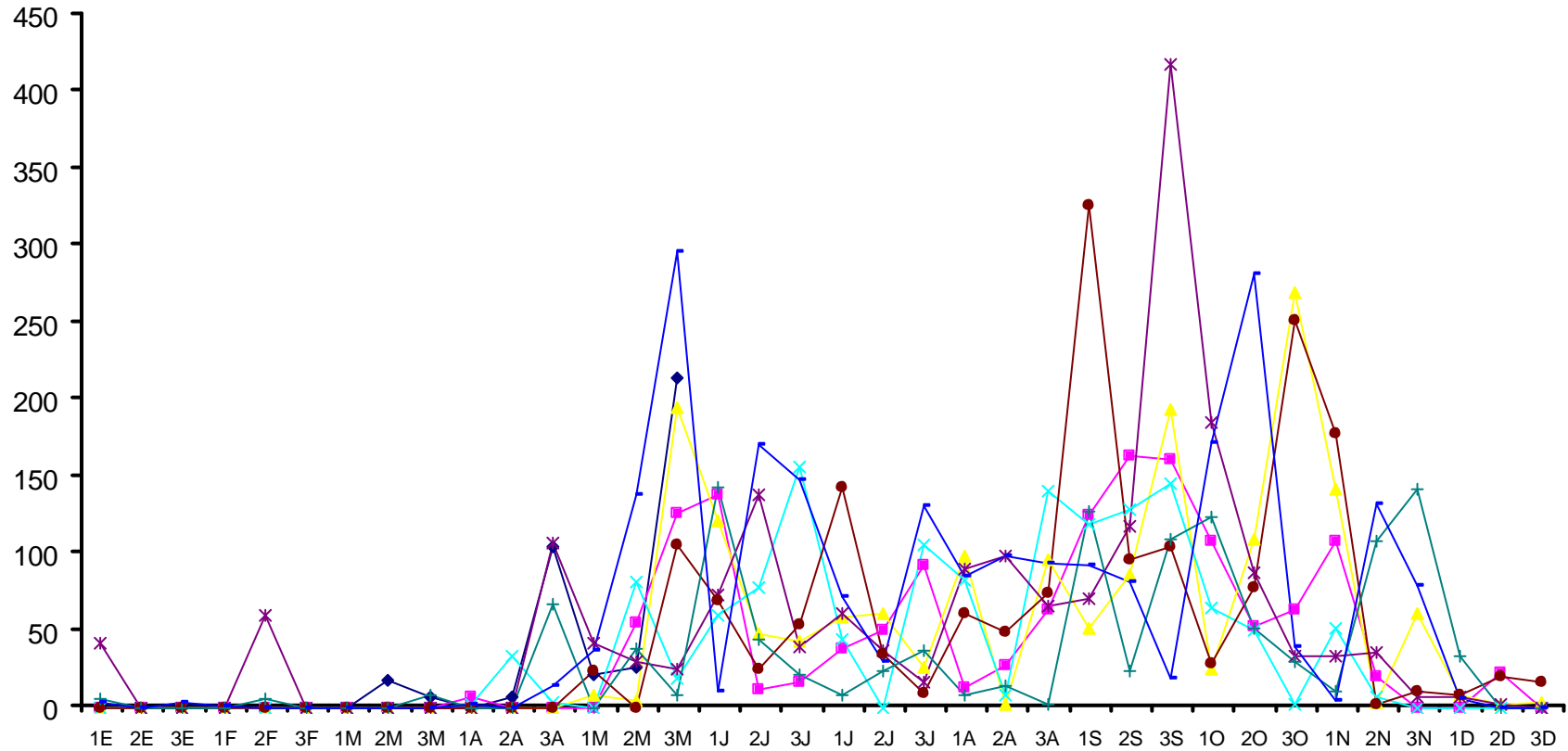
## ANEXOS

Anexo 1. Evapotraspiración de los últimos 8 años en la zona de Cañas, Costa Rica. (Estación Meteorológica Ingenio Taboga)

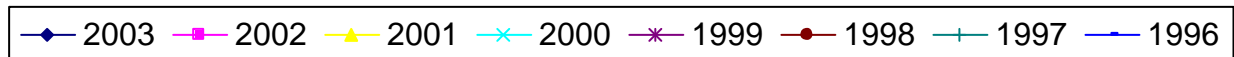


**Anexo 2.** Precipitación de los últimos 8 años en la zona de Cañas, Costa Rica. (Estación Meteorológica Ingenio Taboga)

(mm)

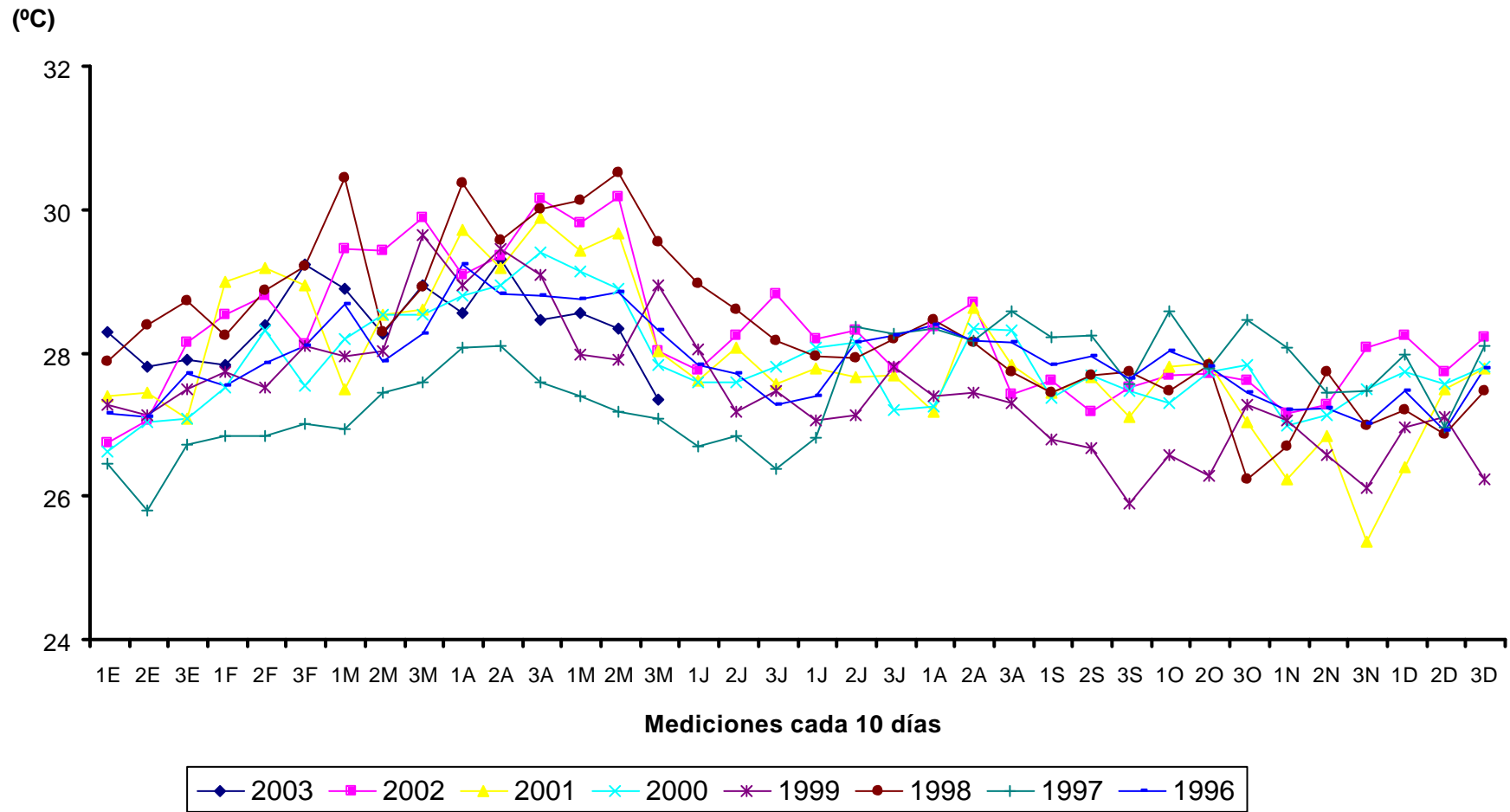


Mediciones cada 10 días



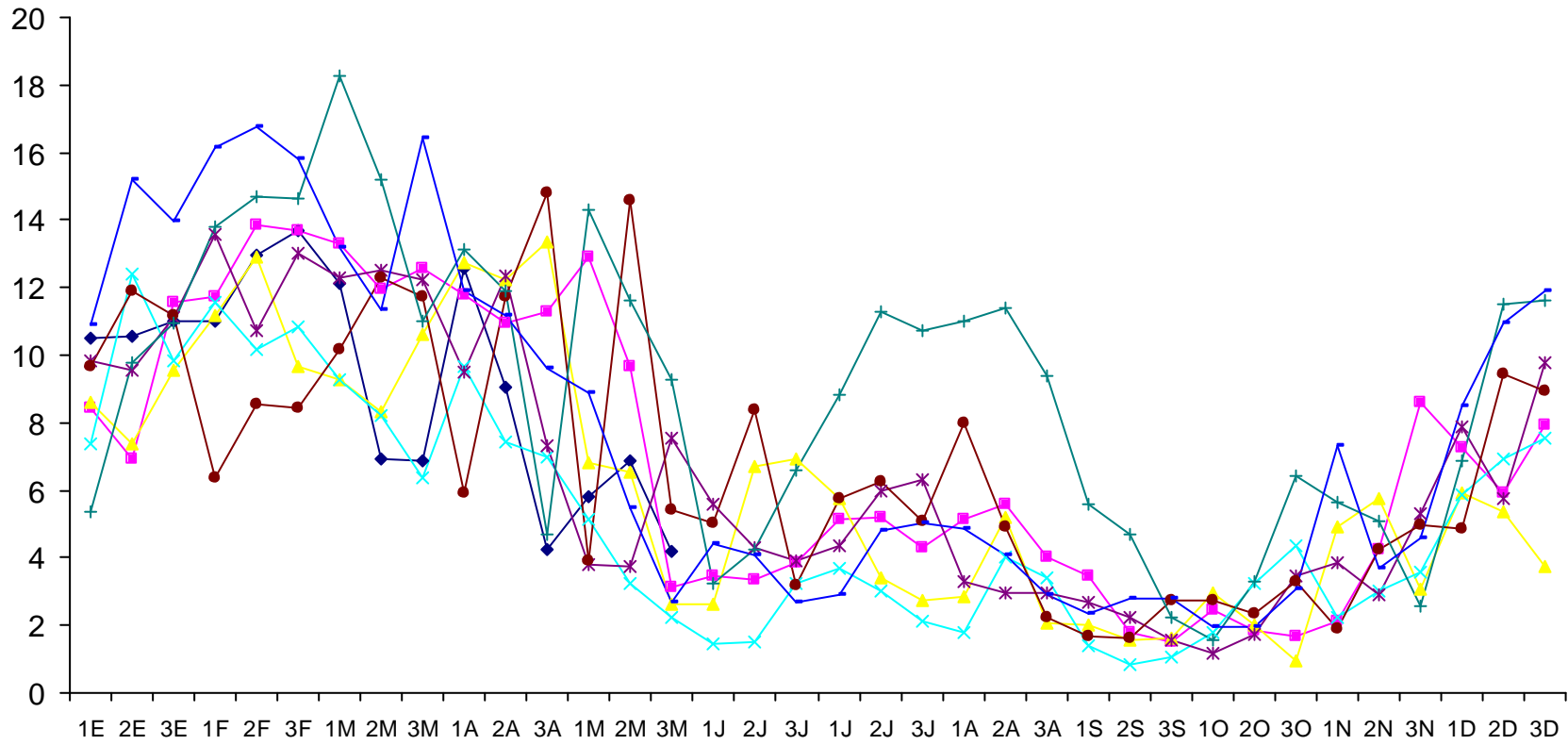


Anexo 3. Temperatura ambiental de los últimos 8 años en la zona de Cañas, Costa Rica. (Estación Meteorológica Ingenio Taboga)

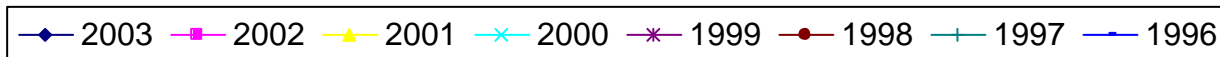


**Anexo 4.** Vientos en los últimos 8 años en la zona de Cañas, Costa Rica. (Estación Meteorológica Ingenio Taboga)

(km/h)



**Mediciones cada 10 días**



**Anexo 5.** Humedad relativa en los últimos 8 años en la zona de Cañas, Costa Rica. (Estación Meteorológica Ingenio Taboga)

