

EL ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN EN ÁREAS DEDICADAS AL FRIJOL TAPADO¹

Franklin Herrera², Gloria Meléndez²

RESUMEN

Estudio de la vegetación en áreas dedicadas al frijol tapado. En tapaderos de frijol con 80 años de uso y periodos de barbecho de uno y tres años, ubicados en Guaitil de Acosta, Costa Rica, se evaluaron la frecuencia, dominancia, cobertura e índices de frecuencia x cobertura de las especies de hierbas y arbustos presentes. Se analizó además el contenido de nutrimentos en el suelo y su relación con la cobertura y contenido de nutrimentos en la parte aérea de cada especie. Las especies y su cobertura variaron según la intensidad de uso del tapadero, el periodo de barbecho y la presencia o no de pastoreo. Conforme el periodo de barbecho fue mayor, la vegetación fue dominada por especies arbustivas; cuando el período de barbecho fue de un año sin pastoreo dominó *R. cochinchinensis*, mientras cuando hubo pastoreo dominó *Sida rhombifolia*. Algunas especies mostraron correlación relativamente alta entre su cobertura y el contenido de nutrimentos en el suelo, no obstante, su utilización como indicadores de suelos buenos o malos no es clara. Los altos contenidos foliares de nutrimentos, en algunas especies confirma la posibilidad de manejarlas para retener nutrimentos durante el barbecho y liberarlos al cultivo después de su corte.

ABSTRACT

Vegetation study in slash/mulch bean (frijol tapado). The frequency, dominance, percentage of leaf cover and index of frequency x cover of annual and perennial species were evaluated, in areas dedicated to slash/mulch bean (frijol tapado) over 35-and 80- years periods with fallow periods for one and three years, in Guaitil of Acosta, Costa Rica. Soil nutrient available, their relationship with plant cover and foliar nutrient content of each species were also evaluated. Under fallow periods of three years, perennial species were dominant. Under fallow periods of one year without pasturing, *Rottboellia cochinchinensis* was dominant, but, with pasturing, *Sida rhombifolia* predominated. Percentage of leaf cover of some species was well correlated with soil nutrient available, but its potential use as indicator of soil fertility was unclear. High nutrient levels in the foliage of some species suggests the possibility to use weed species as a temporal storage of nutrient, eventually released back to the soil to be used by crop plants when the fallow is cut.



INTRODUCCIÓN

En Costa Rica desde hace mucho tiempo se practica el sistema de frijol tapado, especialmente en áreas de ladera y en suelos relativamente pobres. A pesar de los bajos rendimientos, este sistema persiste debido a que, requiere de un mínimo de insumos externos y mano de obra, permite una cobertura vegetal durante todo el ciclo del cultivo que reduce los problemas de erosión, y, se adapta a tierras que no son aptas para otros cultivos, (Meléndez y Briceño, 1995; Araya y González, 1994; Rosemayer, 1994; Thurston, 1994; De La Cruz, 1994). Otra ventaja mencionada, es la disminución en la incidencia de enfermedades diseminadas por salpique (Ga-

lindo, 1994). Además el barbecho puede aumentar la biomasa microbiana (Castro, 1996).

Un importante problema detectado en este sistema es lo limitante del fósforo. Así, varios investigadores han observado respuesta del frijol a aplicaciones de fósforo (Rosemayer; Glieman, 1992; Schalather 1994; Meléndez y Briceño 1995). Sin embargo, en un estudio realizado por Meléndez y Briceño (1995), se indica que el pequeño agricultor continuará practicando la tapa de frijol, mientras pueda mantenerse independiente de la necesidad de usar insumos externos, influye en ello, la falta de capital y seguridad alimentaria. Por lo tanto, pese a la buena respuesta del frijol al fósforo en este

¹ Trabajo financiado por el proyecto CIID-UCR-UGUELFH y la Estación Experimental Fabio Baudrit.

² Programa de Malezas, Estación Experimental Fabio Baudrit. Apdo 183-4050, Alajuela, Costa Rica.

³ Proyecto de coberturas CIID-UCR-UGUELFH, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica.

sistema, los agricultores solo han aceptado la roca fosfórica cuando sea muy necesario, dado su costo, disponibilidad y dificultad de transporte en algunos lugares con elevada pendiente y malas vías de comunicación. Sugieren, para no depender de la roca fosfórica, la necesidad de conocer mejor cada una de las plantas del barbecho que son ricas en nutrientes, especialmente fósforo, y dar seguimiento a la vegetación del barbecho para saber como éstas van cambiando con el tiempo de tapado. Meléndez y Briceño (1995) mencionan que, la sostenibilidad ecológica y el mantenimiento de los rendimientos a través del tiempo en el sistema de frijol tapado, se debe al reciclaje eficiente de los nutrientes, especialmente fósforo, incorporados a través del barbecho y los residuos de cosecha, además de la mínima exportación por medio del grano.

Ocampo s.f. (a,b,c,d), realizó estudios detallados de la vegetación presente en varios "tapaderos" ubicados en diferentes regiones de Costa Rica; encontró que el número de familias varió entre 26 y 37 y el número de especies entre 59 y 89. Las familias Asteraceae y Poaceae mostraron el mayor número de especies. Basados en estos trabajos y según criterio de los agricultores, Meléndez *et al.* (1996) y De La Cruz (1994), mencionan como beneficiosas en frijol tapado, las siguientes especies, *Elvira biflora*, *Viquiera guatemalensis*, *Melanthera áspera*, *Calea urticifolia*, *Phytolacca spp.*, *Montanoahibiscifolia*, *Verbesina tonduzzi*, *Piper auritum*, *Elephantopus scaber* y *Sida rhombifolia*. Los criterios para calificar a una especie como buena son: facilidad para cortarla, descomposición apropiada e interacción favorable con el cultivo. Algunas especies consideradas dañinas son: *Rottboellia cochinchinensis*, *Imperata contracta* y *Pteridium aquilinum*, debido a que rebrotan muy rápido, atraen babosas y son indicadoras de suelos ácidos.

Pachico y Borbón (1986), indican que, barbechos de dos o más años son mejores debido a la presencia de arbustos de rápido crecimiento y follaje liviano, mientras en terrenos cultivados año tras año, la vegetación se va moviendo hacia especies Poáceas, consideradas perjudiciales al sistema. Según De La Cruz (1994), esta situación hace insostenible el sistema y el agricultor tiene que abandonar el terreno. Sin embargo, no siempre es posible dejar un periodo amplio de barbecho (3 a 5 años) debido a la escasez de terrenos (Rosemayer, 1994).

En la zona de Acosta, en laderas de pendientes sumamente pronunciadas y de muy difícil acceso, se han identificado tapaderos con diferente intensidad de uso, algunos de ellos hasta con 80 años. En estos tapaderos la duración del barbecho también es variable, generalmente varía entre uno y tres años, con tendencia a disminuir el periodo de barbecho, debido a limitaciones en

la disponibilidad de la tierra. Interesa en estas condiciones, conocer la vegetación predominante y si algunas especies acumulan más nutrientes, de manera que estos puedan conservarse en la biomasa mientras la vegetación crece y que al cortarlas, los nutrientes sean disponibles al cultivo.

Los objetivos de este trabajo fueron:

- a) Determinar si las especies vegetales y su proporción varían según el tiempo de uso del tapadero, el periodo de barbecho y el pastoreo.
- b) Determinar los contenidos foliares de nutrientes en el follaje de las especies y su relación con el contenido de los mismos en el suelo.
- c) Definir si existe relación entre la cobertura de las especies y el contenido de nutrientes en el suelo.

Con esta información se podría orientar mejor a los productores en la escogencia de los tapaderos o sugerir alternativas de manejo para lograr un mejor aprovechamiento de la vegetación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La evaluación de la vegetación se realizó en tapaderos ubicados en Bajo Guaitil de Acosta. En el Cuadro 1 se muestra la clasificación del uso de la tierra, del sitio donde se hizo el estudio.

Características de los tapaderos

En el Cuadro 2, se indican algunas características de uso de los tapaderos que fueron evaluados.

El tamaño de cada tapadero varió entre 0,5 y 1 hectárea, todos ubicados en una amplia zona dedicada al sistema de frijol tapado.

Metodología de muestreo utilizada

Una vez seleccionados los tapaderos, durante las dos primeras semanas de setiembre de 1996 e inmediatamente antes a la labor de "tapa", se procedió a realizar los muestreos que a continuación se describen. Para determinar la frecuencia y la cobertura de cada especie vegetal, se utilizó el método del marco cuadrado. Este consistió en una cuadrícula de 1 m² dividida en 100 cuadros iguales, la cual se colocó sobre la vegetación del sitio seleccionado, seguidamente se contó

Cuadro 1. Determinación de capacidad de uso del pedón FT9 (Bajo Guaitil de Acosta, Costa Rica). Paralithic Ustorthent.

Parámetro	Categoría	Clase capacidad de uso e12, s3
Erosión		
Pendiente (e1)	Fuertemente escarpada	VIII
Erosión sufrida	Moderada	V
SUELOS		
Profundidad efectiva (s1)	Profundo	II
Textura (s2)		
suelo	Moderadamente fina	II
subsuelo	Moderadamente fina	II
Pedregosidad (s3)	Muy pedregoso	V
Fertilidad (s4)	Alta	I
Toxicidad (s5)	Leve	I
Salinidad (s6)	Leve	I
DRENAJE		
Drenaje (d1)	Bueno	I
Riesgo de inundación (d2)	Nulo	I
CLIMA		
Zona de vida (c1)		
Periodo seco (c2)	Moderado	I
Neblina (c3)	Ausente	I
Viento (c4)	Ausente	I

Cuadro 2. Características de uso de los tapaderos evaluados. Acosta, Costa Rica 1996.

Tiempo de uso	barbecho	pastoreo	clave
80 años	1 año	ausente	801-P
80 años	1 año	presente	801+P
80 años	3 años	ausente	803-P
35 años	1 año	ausente	351
35 años	3 años	ausente	353

el número de cuadros ocupados por cada especie, obteniendo así en forma directa la cobertura de cada especie. En cada lote, se ubicaron ocho cuadrículas, distribuyéndolas en el centro y hacia todos los puntos cardinales del lote, según metodología usada por Ocampo (s.f.a,b,c,d). En cada cuadrícula se tomó además, una muestra foliar de cada especie dominante para evaluar el contenido de nutrimentos y una muestra de suelo para análisis químico, con el propósito de estudiar las relaciones entre la cobertura de las especies y el contenido de nutrimentos en el suelo, así como la relación entre el contenido de nutrimentos en el follaje de

algunas especies y el contenido de nutrimentos en el suelo. También se colectó un ejemplar de cada especie observada, para su correcta identificación en los Herbarios de la Escuela de Biología y del Museo Nacional.

Con los datos obtenidos se hicieron las siguientes estimaciones, (según Jurgens, 1985; Rojas y Agüero, 1996).

1. Frecuencia por especie (F)

$$F = \frac{\# \text{ de cuadrículas con la spp.}}{\# \text{ total de cuadrículas}}$$

2. Porcentaje de Cobertura (C)
C = Sumatoria de cobertura de las cuadrículas con la spp/total de cuadrículas x 100.
3. Índice de frecuencia cobertura específica (IFCE) IFCE = Frecuencia de la spp. X Porcentaje de cobertura, en cada tapadero.

RESULTADOS

Un total de 47 especies distribuidas en 25 familias fueron registradas en los tapaderos evaluados. Las familias Poaceae y Asteraceae agruparon el 36 % de las especies (Cuadro 3). En cada tapadero el número de especies varió entre 15 y 27. Se observó que conforme el tiempo de uso y de barbecho fueron mayores, el número de Poáceas y asteráceas anuales fue menor, mostrando predominio las especies arbustivas (Cuadros 4 y 5).

Cuadro 3. Principales especies presentes en los tapaderos de frijol. Acosta, Costa Rica. 1996.

Nombre científico	Familia	Nombre común	Observación
<i>Hyparrhenia rufa</i>	Poaceae	Jaragua	
<i>Melinis minutiflora</i>	Poaceae	Calanguero	Bueno
<i>Paspalum paniculatum</i>	Poaceae	Cabezón	
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Poaceae	Invasor	Malo
<i>Rhynchelytrum roseum</i>	Poaceae	Reseda	
<i>Panicum maximum</i>	Poaceae	Guinea	
<i>Oplismenus burmanii</i>	Poaceae	Gallinita	Bueno
n.i	Poaceae	Zacate ratón	Bueno
<i>Tithonia diversifolia</i>	Asteraceae	Girasol/Tora	Bueno
<i>Pseudobaccharis spp.</i>	Asteraceae	Jalacate	Bueno
<i>Elvira biflora</i>	Asteraceae	Novia del frijol	Buena
<i>Vernonia spp.</i>	Asteraceae	tuete	
<i>Ageratum conyzoides</i>	Asteraceae	Santa Lucía	Buena
<i>Verbesina spp.</i>	Asteraceae	Tora verdadera	Buena
<i>Onoseris onoseroides</i>	Asteraceae	Papelosa	
<i>Viguiera guatemalensis</i>	Asteraceae	Paíra	Buena
<i>Hyptis capitata</i>	Labiatae	Chan	Bueno
<i>Marsypianthes spp</i>	Labiatae	Pegajosa	
<i>Mimosa púdica</i>	Fabaceae	Dormilona	suelo malo
<i>Crotalaria spp.</i>	Fabaceae	Cascabelito	Buena
<i>Lippia spp.</i>	Verbenaceae	Lantana Blanca	
<i>Lantana cámara</i>	Verbenaceae	Cinco Negritos	
<i>Iresine difusa</i>	Amarantaceae	Velo de novia	suelo malo
<i>Pteridium aquilinum</i>	Polypodiaceae	Helecho macho	suelo ácido
<i>Spermacoce alata</i>	Rubiaceae	Chiquizá	
<i>Sida rhombifolia</i>	Malvaceae	Escobilla	Buena
<i>Solanum americanum</i>	Solanaceae	Tomatillo	
<i>Euphorbia heterophila</i>	Euphorbiaceae	Lechilla	
<i>Drymaria cordata</i>	Caryophyllaceae	Cinquillo	
<i>Ipomoea spp.</i>	Convolvulaceae	Churristate	
<i>Rytidostylis ciliata</i>	Cucurbitaceae	Chanchito	
<i>Cyperus spp.</i>	Cyperaceae	Coyolillo	
<i>Heliconia latisphata</i>	Musaceae	Platanilla	Sombra
<i>Vismia spp.</i>	Hypericaceae	Achotillo	Bueno
<i>Psidium spp</i>	Myrthaceae	Arbusto coriáceo	
<i>Trigonía spp.</i>	Trigoniaceae	Bejuco Blanco	
<i>Bacconia fruticosa</i>	Papaveraceae	Tora lechosa	
<i>Gouania spp.</i>	Rhamnaceae	Bejuco canasto	
<i>Euphorbia spp.</i>	Euphorbiaceae	Yuquilla	Buena
n.i		Arenillo	Buena
<i>Bauhinia unguolata</i>	Caesalpinaceae	Casco de Vaca	Dura

n-i= no identificado (sin flores)

Cuadro 4. Frecuencia y porcentaje de cobertura de las especies más comunes en los tapaderos de frijol. Acosta, Costa Rica. 1996.

Especie	803-P		801-P		801+P		353		351	
	Frec.	%cob	Frec.	%Cob	Frec.	% Cob	Fre	% Cob	Frec.	% Cob
<i>Arenillo (n.i)</i>	1,0	66	0,6	14	0,3	13	0	0	0	0
<i>Sida rhombifolia</i>	0,3	6	0	0	0,9	34	0	0	0,4	3
<i>R. cochinchinensis</i>	0	0	1,0	25	0	0	0	0	0,1	1
<i>Hyparrhenia rufa</i>	0	0	0,1	2	0	0	0,8	22	0,8	8
<i>Panicum trichoides</i>	0,1	1	0	0	0,6	21	0,1	1	0	0
<i>Pteridium aquilinum</i>	0	0	0	0	0	0	0,9	19	0,9	20
<i>Melinis minutiflora</i>	0	0	0	0	0	0	0,6	5	0,6	20
<i>Paspalum paniculatum</i>	0	0	0,5	2	0,4	7	0	0	0,9	15
<i>Oplismenus burmanii</i>	0,8	11	0,8	14	0,6	16	0	0	0,6	5
<i>Tithonia diversifolia</i>	0	0	0,4	12	0,1	1	0	0	0,5	3
<i>Pseudobaccharis spp.</i>	0	0	0	0	0	0	0,8	17	0,4	3
<i>Heliconia latisphata</i>	0	0	0,9	14	0	0	0	0	0	0
<i>Euphorbia spp</i> (Yuquilla)	0,8	10	0,8	7	0,1	2	0	0	0	0
<i>Arbusto felposo (n.i)</i>	0	0	0	0	0	0	0,6	13	0	0

Cuadro 5. Valores de dominancia e índices de frecuencia cobertura específica (IFCE) por especie en cada tapadero de frijol evaluado. Acosta, Costa Rica. 1996.

Especie	803-P		801-P		801+P		353		351	
	domi.	IFCE								
<i>Arenillo (n.i)</i>	58	66	12	9	12	4	0	0	0	0
<i>Sida rhombifolia</i>	5	1	0	0	32	30	0	0	3	1
<i>R. cochinchinensis</i>	0	0	22	25	0	0	0	0	0,3	1
<i>Hyparrhenia rufa</i>	0	0	2	0,3	0	0	24	16	9	6
<i>Panicum trichoides</i>	0,6	0,1	0	0	20	12	0,7	0,1	0,0	
<i>Pteridium aquilinum</i>	0	0	0	0	0	0	21	17	21	18
<i>Melinis minutiflora</i>	0	0	0	0	0	0	6	3,3	21	12
<i>Paspalum paniculatum</i>	0	0	2	1	0	0	0	0	16	13
<i>Oplismenus burmanii</i>	10	9	12,5	11	15	9	0	0	5	3
<i>Tithonia diversifolia</i>	0	0	11	5	1	0,2	0	0	2,5	1
<i>Pseudobaccharis spp.</i>	0	0	0	0	0	0	19	13	3	1
<i>Heliconia latisphata</i>	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0
<i>Euphorbia spp</i> (Yuquilla)	8	7	6	5	2	0,3	0	0	0	0
<i>Arbusto felposo (n.i)</i>	0	0	0	0	0	0	15	8	0	0

Las especies dominantes también variaron según el tiempo de uso y duración del barbecho; así, en el tapadera de 80 años de uso con tres años de barbecho sin pastoreo, la especie dominante fue el Arenillo, ya que mostró un 66 % de cobertura, y apareció en todas las cuadrículas (F=1) y con un IFCE=66. Esta especie ocupó el estrato superior, compartido con *Euphorbia spp.* (Yuquilla), que fue menos abundante (F= 0,8; 9% de

cobertura e IFCE=6,8). En el estrato inferior fue común *Oplismenus burmanii* (Gallinita) (IFCE 8,2). En la misma área, cuando el periodo de barbecho fue de solo un año, se observó que la especie dominante fue *Rottboellia cochinchinensis* con un 25 % de cobertura, y presencia en todas las cuadrículas (F= 1); otras especies con cobertura y frecuencia relativamente altas en este tapadera fueron: *H. latisphata*, *Arenillo* y *Tithonia*

diversifolia. En el estrato inferior *O. burmanii* fue la especie que ocupó la mayor cobertura (Cuadros 4 y 5).

Cuando el barbecho se dejó por un año en presencia de pastoreo, las especies dominantes cambiaron radicalmente, en este caso no se encontró *R. cochinchinensis*, en tanto la especie dominante en el estrato medio fue *Sida rhombifolia* (Cuadro 5).

Al analizar los tapaderos con 35 años de uso, se encontró que cuando el periodo de barbecho fue de un año, las especies que mostraron mayores valores de dominancia e IFCE fueron: *Pteridium aquilinum*, *Paspalum paniculatum*, *Melinis minutiflora* e *Hyparrhenia rufa*; mientras, cuando el periodo de barbecho fue de tres años, las especies con mayores valores en dominancia e IFCE fueron *Pteridium aquilinum*, *Hyparrhenia rufa*, *Pseudobaccharis* spp. y un arbusto felposo no identificado (Cuadro 5).

Contenido de nutrientes en el suelo y su relación con el porcentaje de cobertura de las especies dominantes

En el Cuadro 6, se presentan los rangos y promedios de los contenidos de nutrientes para cada uno de

los tapaderos evaluados y su comparación con un bosque contiguo. Sobresale el bajo contenido de fósforo y zinc y la alta acidez.

Con el propósito de elucidar si la mayor cobertura de algunas especies estaba asociada al contenido de alguno o algunos nutrientes en el suelo donde creció, se realizó un análisis de correlación entre el porcentaje de cobertura de cada especie y el contenido de nutrientes en el suelo, utilizando para ello los diferentes datos obtenidos en los puntos de muestreo donde estuvo presente la especie en consideración. Se encontró que la mayoría de los coeficientes de correlación fueron bajos y no significativos para la mayoría de las especies, solamente algunas especies presentaron coeficientes de correlación significativos (Cuadro 7). No obstante, las siguientes tendencias pueden ser de interés para futuras investigaciones: *Melinis minutiflora* (Calingero) mostró mayor cobertura cuando el pH y los contenidos de P y Mn en el suelo fueron mayores; *Rottboellia cochinchinensis* (Invasor), tuvo mayor cobertura cuando el contenido de P y Zn en el suelo fueron mayores; la cobertura de *Hyparrhenia rufa* (Jaragua) fue mayor cuando el contenido de P fue bajo y el Mg alto. *Heliconia latispatha* (Platanilla) y *Pteridium aquilinum* (Helecho macho) crecieron mejor cuando el pH fue menor; *Tithonia di-*

Cuadro 6. Rango y contenido promedio de los nutrientes en el suelo de los diferentes tapaderos analizados. Acosta, Costa Rica. 1996.

Sitio	pH	Ca	Mg	K	Acidez	P	Cu	Fe	Mn	Zn
Bosque										
promedio	4,9	6,9	2,5	0,15	1,4	5,2	3,4	207	19,5	0,93
rango	4,6-5,2	1,3-11,7	0,6-5,4	0,1-0,2	0,2-2,9	4,4-6,0	2,6-4,2	176-222	7,7-29,8	0,5-1,2
Tapadero 803										
promedio	5,1	18,4	2,4	0,18	0,6	7,5	2,1	133	33,0	0,8
rango	4,7-7,1	8,3-25	0,8-3,4	0,1-0,25	0,17-1,6	5,1-9,9	1,1-3,6	20-305	16-58	0,6-1
Tapadero 801										
promedio	5,4	15,6	2,9	0,21	0,47	11,6	2,0	141	23,0	1,1
rango	4,9-6,8	13-20,8	1,7-5	0,13-0,33	0,29-1,1	5,8-13,7	0,9-2,4	17-233	15,9-35	0,7-2,5
Tapadero 801+P										
promedio	4,9	11,9	3,0	0,24	1,0	8,0	3,2	288	11,2	1,0
rango	4,6-5,5	8,1-16,1	2,5-3,4	0,14-0,5	0,17-3,41	6,5-8,0	2,7-3,6	143-470	9,2-30	0,6-1,3
Tapadero 353										
promedio	4,8	13,5	5,7	0,55	1,5	6,7	2,0	114	49,0	0,5
rango	4,7-5	8,8-21,2	1,8-9,7	0,24-1,2	0,9-2,4	4,4-12,6	1,3-2,5	50-154	24,7-90	0,3-0,8
Tapadero 351										
promedio	4,9	11,2	3,7	1,1	1,2	12,7	2,4	197	67,9	1,1
rango	4,7-5	8,3-12,6	1,1-6,3	0,6-1,5	0,7-2,2	7,1-21,4	1,4-4,1	161-277	36-102	0,7-1,6
nivel crítico	5,5	4,0	1,0	0,2	0,5	10,0	1,0	10,0	5,0	3,0

Cuadro 7. Coeficientes de correlación entre el porcentaje de cobertura de algunas especies vegetales y el contenido de nutrimentos en el suelo. Acosta, Costa Rica. 1996.

Especie	Cob	pH	Ca	Mg	K	Ac.	P	Cu	Fe	Mn	Zn
<i>Melinis minutiflora</i>	0-80	0,7*	-0,1	-0,5	-0,2	0,1	0,8*	-0,4	0,3	0,6	0,1
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	0-60	-0,4	-0,1	-0,1	-0,1	-0,4	0,6	0,5	0,3	0,6	0,6
<i>Hyparrhenia rufa</i>	0-58	0,1	0,4	0,6	-0,3	-0,1	-0,6	0,1	-0,5	-0,5	-0,3
<i>Tithonia diversifolia</i>	0-50	0,9**	0,8*	0,5	-0,2	-0,5	-0,5	0,3	-0,2	-0,6	0,5
<i>Heliconia latisphata</i>	0-42	-0,5	-0,4	-0,6	-0,5	-0,3	0,1	0,4	0,4	0,1	-0,2

Cob : rango de cobertura en que varió la especie indicada

* Significancia al 5 % de probabilidad

** Significancia al 1 % de probabilidad

versifolia (Girasol o Tora) mostró mayor cobertura cuando el pH y el Ca fueron más altos y la acidez y Mn bajos (Cuadro 7). Otras especies de interés como *Pseudobaccharis* spp. (Jalacate), Arenillo y Yuquilla, no mostraron correlación entre su cobertura y el contenido de nutrimentos en el suelo.

Contenido foliar de los nutrimentos por especie

Se encontraron diferencias considerables entre especies en el contenido foliar de nutrimentos. Sobresalieron, la Yuquilla con el mayor contenido de P, Ca y Zn; *Tithonia diversifolia* con la mayor concentración de K, además de contenidos relativamente altos de los demás elementos; *Crotalaria* spp. con el mayor contenido de N total; *Ageratum conyzoides* con el mayor nivel de Mg y alto en Fe y Mn; *Oplismenus* (Gallinita), mostró la mayor concentración de Fe, siendo muy superior al resto de especies y *Heliconia latisphata* mostró el mayor contenido de Mn (Cuadro 8).

Relación entre el contenido de nutrimentos en el follaje y la concentración de los mismos en el suelo.

Para determinar si los altos contenidos de nutrimentos en el follaje de algunas especies de interés, eran afectados por el contenido de nutrimentos en el suelo se relacionó el contenido de nutrimentos en el follaje y su concentración en el suelo. Las especies estudiadas fueron Arenillo, *T. diversifolia*, *A. conyzoides* y *O. burmanii*. Sin embargo, solamente para las especies *T. diver-*

sifolia y *A. conyzoides* se detectaron coeficientes de correlación significativos (Cuadro 9). *T. diversifolia* mostró tendencia a aumentar el K en el follaje, conforme el contenido de K en el suelo fue mayor. En tanto *A. conyzoides* mostró los mayores contenidos de P, K y Fe en el follaje cuando el contenido de estos elementos en el suelo fue menor, mientras con el Ca y Mg mostró un comportamiento inverso (Cuadro 9).

Dos especies altamente acumuladoras de Fe en el follaje fueron *O. burmanii* y *P. trichoides*, pero no mostraron una relación clara con respecto al contenido de estos elementos en el suelo.

DISCUSION

Las 47 especies registradas en estos tapaderos, con el predominio de las familias Asteraceae y Poaceae, concuerda con lo encontrado por Ocampo (s.f.a.), en estudios sobre la vegetación en frijol tapado en esta zona. No obstante, el número de especies en cada tapadero fue menor en este estudio. La tendencia a un menor número de especies en los periodos de barbecho de tres años, se debe a la exclusión de varias Poáceas y algunas especies anuales, que no toleran el exceso de sombra proporcionado por la vegetación arbusti va, que empieza a dominar en esa condición, como lo señalan Pachico y Borbón (1986). Según De La Cruz (1994) cuando los periodos de barbecho se acortan, la vegetación empieza a ser dominada por la familia Poaceae debido a un empobrecimiento del suelo. Sin embargo, al

Cuadro 8. Contenido de nutrimentos en el follaje de las especies más comunes encontradas en los tapaderos de frijol. Acosta, Costa Rica. 1996.

Especie ^{1/}	Porcentaje de macro elementos						mg/kg de micro elementos			
	IFCE	N.T. ^{2/}	P	Ca	Mg	K	Fe	Cu	Zn	Mn
<i>Yuquilla</i>	4,2	1,24	0,51	3,80	0,39	2,40	113	10,0	50,1	67,0
<i>T. diversifolia</i>	2,0	2,57	0,44	2,97	0,60	3,12	300	15,5	37,3	79,5
<i>Sida rhombifolia</i>	10,7	1,56	0,31	2,07	0,54	1,36	225	10,0	25,3	78,3
<i>Crotalaria spp</i>	0,6	3,84	0,30	0,93	0,26	1,96	162	11,0	21,0	118,0
<i>Ageratum conyzoides</i>	1,9	1,85	0,29	3,14	0,78	2,35	6533	19,0	42,3	122,0
<i>Heliconia latisphata</i>	12,1	1,44	0,26	1,42	0,67	2,05	457	7,0	29,0	128,8
<i>Paspalum paniculatum</i>	7,1	1,59	0,24	1,27	0,85	2,43	249	10,3	23,0	99,3
<i>O. burmanii</i>	7,8	1,40	0,24	1,34	0,46	1,06	13787	18,0	45,3	116,3
<i>Arenillo</i>	26,1	2,14	0,23	1,88	0,32	0,90	161	9,4	24,0	41,5
<i>R. cochinchinensis</i>	25,0	0,80	0,23	0,64	0,18	1,00	715	7,7	36,7	18,7
<i>Panicum trichoides</i>	4,0	1,51	0,23	1,20	0,37	1,38	2183	11,3	30,0	71,0
<i>Melinis minutiflora</i>	7,9	1,13	0,22	0,44	0,20	1,67	280	7,5	22,0	60,5
<i>Pteridium aquilinum</i>	17,0	1,62	0,21	0,21	0,22	1,82	59	8,0	15,0	83,8
<i>Pseudobaccharis spp.</i>	7,0	2,05	0,18	1,24	0,35	2,40	105	13,0	17,0	59,0
<i>Hyparrhenia rufa</i>	7,6	1,03	0,17	0,36	0,23	1,61	100	4,7	25,7	81,7

^{1/} Especies agrupadas en forma decreciente según el contenido de P.

^{2/} N.T. = Nitrógeno total.

Cuadro 9. Coeficientes de correlación entre el contenido de nutrimentos en el follaje y su correspondiente contenido del elemento en el suelo, para dos especies invasoras, en que la correlación fue significativa. Acosta, Costa Rica. 1996.

Especie	pH	Ca	Mg	K	Fe.
<i>Ageratum conyzoides</i>	-0,76*	0,98*	0,99*	- 0,94*	-0,91*
<i>Tithonia diversifolia</i>	0,60	0,1	-0,2	0,81*	0,01

* Significancia al 5% de probabilidad.

comparar los contenidos promedios de los nutrimentos en los tapaderos, no necesariamente los tapaderos más pobres tuvieron más Poáceas, siendo el factor luz probablemente más importante.

En el tapadero de 80 años de uso con un barbecho de tres años, las especies dominantes del estrato superior Arenillo y *Euphorbia* spp.) y la especie dominante del estrato inferior (*O. burmanii*), son consideradas por los agricultores especies buenas para el frijol. *Euphorbia* spp. (Yuquilla), fue la especie con mayor contenido de P en el follaje, además de un alto contenido de Ca y K. En el momento de la evaluación se observó una fuerte caída de sus hojas, por lo que es posible que al momento de la germinación del frijol, ya exista P y

otros elementos disponible a las plantas, producto de la mineralización de este follaje. Lo anterior, sumado a la facilidad de corte, pueden explicar el hecho de ser considerada una especie beneficiosa. Por el contrario el Arenillo y *O. burmanii*, mostraron contenidos foliares intermedios de los nutrimentos, a excepción del Fe en *O. burmanii*, que fue sumamente alto. En el caso del Arenillo los efectos beneficiosos posiblemente se deben a que el follaje de este arbusto es muy denso, por lo que debajo de él casi no hay crecimiento de otras especies, a excepción de *O. burmanii*. Además, al cortarlo, rápidamente desprende todas sus hojas y forma una excelente cobertura capaz de suprimir la emergencia de malezas. *O. burmanii* se le considera buena debido a que su desarrollo es muy bajo y no compite con el frijol.

Cuando el periodo de barbecho fue de un año, la especie dominante fue *R. cochinchinensis*, considerada por los productores una de las especies más dañinas para el cultivo del frijol, debido a su rápido crecimiento y alta competencia. Se observó una alta población de sus semillas en el suelo, las que luego de la "tapa", encontraran condiciones favorables para su germinación y desarrollo, pudiendo afectar severamente al frijol. Según la experiencia de los agricultores esta maleza tiende a desaparecer cuando se dejan periodos de barbecho de tres años, lo que coincide con la no presencia de esta especie en el tapadero de 80 años de uso con tres años de barbecho; sin embargo, al inspeccionar este tapadero 15 días después de la siembra del frijol, se observó presencia de plántulas de *R. cochinchinensis*, lo que sugiere que Arenillo y otras especies arbustivas logran desplazarla al cabo de tres años, pero aún permanecen algunas semillas viables que logran reinfestar los campos. Como no hay control posterior de la misma, ésta logra completar su ciclo y elevar la población durante el primer año de barbecho, lo que implica que la población aumentará con el tiempo, si los barbechos son cortos. En contraste a esta maleza, en este tapadero también se presentaron especies consideradas buenas, tales como Arenillo, Yuquilla, *T. diversifolia* y *A. conyzoides*, las cuales en conjunto mostraron un 56% de cobertura, pero su distribución fue menos uniforme con tendencia a presentarse en pequeños rodales.

En el tapadero contiguo, también con un año de barbecho pero con pastoreo, la especie dominante fue *Sida rhombifolia* (Escobilla), una especie común en áreas relativamente sobre pastoreadas, situación que se puede presentar en los tapaderos debido a la escasa presencia de especies palatables; es posible que la no presencia de *R. cochinchinensis* en estos tapaderos se deba a que fue consumida por el ganado, debido a que en estados tempranos es aceptada por el ganado vacuno y equino.

En los tapaderos con 35 años de uso la vegetación dominante fue muy diferente a la encontrada en los tapaderos con 80 años de uso; así cuando el periodo de barbecho fue de un año, las especies que mostraron mayores valores de dominancia e IFCE fueron: *Pteridium aquilinum*, *Paspalum paniculatum*, *Hyparrhenia rufa* y *Melinis minutiflora*; mientras, cuando el periodo de barbecho fue de tres años, las especies con mayores valores en dominancia e IFCE fueron *Pteridium aquilinum*, *Hyparrhenia rufa*, *Pseudobaccharis* spp. y un arbusto felposo. Se repitió la tendencia a predominar especies arbustivas cuando el periodo de barbecho fue de tres años. De las especies presentes en estos tapaderos, los productores de la zona mencionan como buenas para el frijol, a *Melinis minutiflora* y *Pseudobaccharis* spp., mientras que *Hyparrhenia rufa* y *Paspalum paniculatum* no son adecuadas y *Pteridium aquilinum* es lo peor, debido

a que se le considera indicadora de suelos muy ácidos, además de rebrotar y afectar al frijol (Meléndez *et al.* 1996; De La Cruz, 1994). Aparentemente el *P. aquilinum* e *Hyparrhenia rufa* logran soportar un periodo de barbecho más prolongado. Según datos de los productores estos tapaderos han tenido pastoreo irregular en algunos años, lo que sugiere un posible uso del Jaragua que ahí se presenta, ya que esta es una especie forrajera.

En todos los tapaderos se observó presencia conjunta de especies consideradas buenas o malas, lo que dificulta la posible calificación de un lote como bueno o malo para frijol tapado en base a información cualitativa de las especies. Quizá un índice IFCE de especies buenas/IFCE de especies malas sea un indicativo más apropiado de que tan bueno o malo es un lote para frijol tapado. No obstante, es posible que existan diferencias importantes en el grado de bondad o daño entre las especies. En algunos casos como el *Pteridium aquilinum* parece ser un indicador confiable de pH y contenidos de Ca y Mg bajos, ya que su cobertura fue mayor cuando los contenidos de estos elementos en el suelo fueron menores; mientras *T. diversifolia*, especie buena, mostró mayor cobertura cuando el pH, Ca y Mn fueron más altos. Lo anterior concuerda con el criterio de los productores de frijol tapado de la zona y con lo mencionado por varios autores (Ocampo s.f.; Meléndez *et al.* 1996, De la Cruz, 1994). Un comportamiento similar al del *P. aquilinum* se observó con *H. latiflora*, sin embargo sus efectos negativos no están bien documentados, salvo competencia por luz, por otro lado esta especie no se presentó en los lotes que tuvieron *P. aquilinum*, lo que indica que existen otros factores más importantes involucrados en su distribución. *M. minutiflora*, considerada buena y *R. cochinchinensis* considerada mala, mostraron tendencia a mayor cobertura cuando los contenidos de P y Mn en el suelo fueron mayores, lo que ilustra que una especie dañina podría estar asociada también a condiciones adecuadas para el frijol, en este caso los efectos negativos se deben a su alto grado de competencia, además es posible que la mayor relación C/N comparada a otras especies no Poáceas, limite la disponibilidad oportuna de N y otros elementos al frijol. La competencia de esta maleza y las otras Poáceas encontradas, sería fácil de evitar con la aplicación de herbicidas del grupo ariloxifenoxipropiónicos, no obstante, el sistema tapado se caracteriza por no realizar labores de control de malezas, además el objetivo de los productores es producir "frijol orgánico", por lo que la utilización de agroquímicos es nula o limitada, cobrando mayor importancia la selección de barbechos favorables al cultivo, como lo indica Rosemayer (1994). Otras especies que presentaron coberturas altas y son consideradas buenas por los agricultores de la zona fueron Arenillo y Yuquilla, las cuales no mostraron correlación entre su cobertura y el contenido de nutrimentos en el suelo, además fueron

dominantes en el tapadero con 80 años de uso y tres años de barbecho, cuyo contenido de nutrimentos en el suelo fue relativamente bajo, comparado a los tapaderos con un año de barbecho, lo que sugiere que en estos suelos pobres y frágiles una significativa proporción de nutrimentos se encuentran en la biomasa vegetal. Los bajos contenidos de nutrimentos observados en un bosque contiguo a los tapaderos parece respaldar esta suposición, característica que ha sido documentada en bosques tropicales (Lal y Sánchez, 1992; Sánchez 1981). Lo anterior, mas el sistema radical superficial del frijol observado en este sistema, ratifican la importancia de la cantidad de la biomasa vegetal y su calidad. Especies que retengan mayor proporción de elementos y los puedan liberar de acuerdo a las necesidades del cultivo, son de enorme importancia en el mejoramiento y sostenibilidad de este sistema. En este sentido varias de las especies consideradas buenas por parte de los agricultores, mostraron altos contenidos de algunos elementos, tal fue el caso de la Yuquilla con el mayor contenido de P, Ca y Zn; *T. diversifolia* con la mayor concentración de K, además de contenidos relativamente altos de los demás elementos; *Crotalaria* spp. con el mayor contenido de N total; *A. conyzoides* con el mayor ni vel de Mg y alto en Fe y Mn y *O. burmanii* con altos contenidos de Fe. La yuquilla es una especie interesante por su alto contenido de P y Zn, dos elementos deficitarios en estos suelos. Estas especies pueden jugar un papel importante en la retención y acumulación de nutrimentos y su posterior liberación y disponibilidad al frijol cuando son cortadas. Estudios de mineralización de estas especies y su sincronía con la absorción de nutrimentos por parte del frijol sería otra información de interés para manejar estas especies y mejorar el sistema.

CONCLUSIONES

Las especies y su cobertura variaron según la intensidad de uso del tapadero, el periodo de barbecho y la presencia o no de pastoreo; conforme el periodo de barbecho fue mayor la vegetación fue dominada por especies arbustivas. Algunas especies mostraron correlación relativamente alta entre su cobertura y el contenido de nutrimentos en el suelo, no obstante, su utilización como indicadores de suelos buenos o malos no es clara. Varias especies presentaron altos contenidos foliares de algunos nutrimentos, lo que confirma la posibilidad de su manejo para retener nutrimentos durante el barbecho y liberarlos al cultivo después de su corte.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al Dr. Larry Szott por sus oportunas sugerencias y apoyo du-

rante la realización de este trabajo. Al Dr. Jorge Briceño, al personal del proyecto CIID-UCR-UGUELPH, al personal del Programa de Malezas de la Universidad de Costa Rica y a los agricultores de la zona, por su valiosa cooperación.

LITERATURA CITADA

- ARAYA, R; GONZÁLEZ, W. 1994. La historia y futuro del frijol tapado en Costa Rica. In. Thurston *et al* ed. Los Sistemas de siembra con cobertura. CATIE/CIFAD. p. 1117.
- CASTRO, L. 1996. Efecto del uso agrícola y el barbecho sobre los contenidos de biomasa microbiana en ultisoles y andisoles de Costa Rica. In. II Congreso Nacional de Suelos. Memoria Vol. III.: 95p.
- DE LA CRUZ, R 1994. La utilidad de la diversidad de malezas en frijol tapado: Dificultades con el uso de herbicidas. In. Thurston *et al* ed. Los Sistemas de siembra con cobertura. CATIE/CIFAD. pp. 261-266.
- GALINDO, J.J. 1994. Incidencia de la mustia hilachosa en el sistema de frijol tapado en Costa Rica. In. Thurston *et al*, Ed. Los Sistemas de siembra con cobertura. CATIE/CIFAD. pp:109-116.
- JURGENS, G. 1985. Levantamiento de malezas en cultivos agrícolas. Plits. Alemania. 3(2): 85-103.
- LAL, R SÁNCHEZ, P. 1992. Myths and science of soil of the tropics. SSS, USA. pp 35-46.
- MELÉNDEZ, G.; BRICEÑO, I. 1995. Mejoramiento de sistemas con coberturas: frijol tapado. Informe anual 1995. CIID-UCR-UGUELPH. Costa Rica. s.p.
- MELÉNDEZ, G.; AMADOR, M.; BRICEÑO, J.; OCAMPO, R 1996. El sistema de frijol tapado y la biodiversidad vegetal. Ponencia presentada al Seminario "Biodiversidad y Manejo Local", Ochomogo, Costa Rica. s.p.
- OCAMPO, R s.f.a. Incidencia de plantas indeseables en tres cultivares de frijol tapado, en San Ignacio de Acosta. Mimeografiado. 16 p.
- OCAMPO, R. s.f.b. Informe de trabajo sobre presencia de plantas indeseables en el cultivo de frijol tapado, en San Antonio de Taraba y Bella Vista de Boruca, Buenos Aires, Puntarenas. Mimeografiado. 17 p.
- OCAMPO, R s.f.c. Incidencia de plantas indeseables en tres cultivares de frijol tapado, en Tabarcia de Mora. Mimeografiado. 14 p.
- OCAMPO, R. s.f. d. Levantamiento de plantas indeseables en el cultivo de frijol tapado en Bijagua de Upala, Costa Rica. Mimeografiado. 18 p.

- PACHICO, D.; BORBÓN, E. 1986. The adoption of improved bean varieties: a case study in Costa Rica. Cali, Colombia. 18 p.
- ROJAS, C.; AGÜERO, R. 1996. Malezas asociadas a canales de riego y terreros colindantes de arroz anegado en Finca el Cerrito, Guanacaste, Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*. 7(1): 9-19.
- ROSEMARYER, M. E.; GLIESMAN, S. R. 1992. Modifying traditional and high-input agroecosystems for optimization of microbial symbioses: a case study of dry beans in Costa Rica. *Agriculture, Ecosystems and Environmental* 40:61-70.
- ROSEMAYER, M.E. 1994. Producción, nodulación y micorrización de frijol, bajo los sistemas tapado y espequeado con fertilización. *In*. Thurston *et al*, Ed. Los Sistemas de siembra con cobertura. CATIE/CIFAD. pp: 179-188.
- SÁNCHEZ, P. 1981. Suelos del trópico. Características y manejo. IICA. San José, Costa Rica. 660 p.
- SCHALATHER, K. 1994. Eficiencia de fósforo en frijol tapado vs. frijol espequeado. Cornell University. DPT. Of Soil, Crop, and Atmospheric Sciences.
- THURSTON, 1994. Historia de los sistemas de siembra con cobertura muerta o sistemas de tumba y pudre en América Latina. *In*. Thurston *et al*, Ed. Los Sistemas de siembra con cobertura. CATIE/CIFAD. pp: 1-4.