

Capítulo 14

Experiencia Regional con *Centrosema*: América Central y México

P. J. Argel, A. Peralta M. y E. A. Pizarro*

Resumen

Se considera a América Central junto con México, donde se han recolectado 10 especies de *Centrosema*, como uno de los centros de diversificación de este género. *Centrosema pubescens* es la especie más ampliamente distribuida en esa región, y ha sido además la más investigada durante las décadas de los 60 y los 70. Desde 1980, el trabajo de evaluación hecho en los ensayos de adaptación y de producción de forraje se ha extendido a otras 12 especies; de ellas, *C. acutifolium*, *C. brasilianum* y *C. macrocarpum* mostraron la mejor adaptación a las condiciones edáficas y climáticas de la región. Las plagas y enfermedades más comunes son los comedores de hojas y el añublo foliar causado por *Rhizoctonia*, respectivamente.

Pocas veces se han efectuado evaluaciones regionales con *Centrosema* bajo pastoreo; éstas se han limitado a *C. pubescens* y a *C. macrocarpum*. Los únicos resultados disponibles sobre producción animal obtenida en pasturas con *Centrosema* se

* Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) y proyecto de la Universidad de Rutgers, David, Ch., Panamá (actualmente en CIAT/IICA, San José, Costa Rica; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), Campo Agrícola Experimental de Iguala, Iguala, Guerrero, México; y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia (actualmente en CIAT-EMBRAPA/CPAC, Planaltina, DF, Brasil, respectivamente.

refieren al tipo común de *C. pubescens* en México; estos resultados indican aumentos diarios de peso de 524 g/animal en pasturas de *C. pubescens* y *Digitaria decumbens*, frente a 385 g/animal en una pastura de *D. decumbens* sola.

El género *Centrosema* tiene un alto potencial para la región. Las investigaciones futuras deben centrarse en la recolección e introducción de germoplasma; en estudios agronómicos y de control de malezas, especialmente en áreas tropicales húmedas; en ensayos de pastoreo para determinar la persistencia de la leguminosa y la producción animal; y en la integración de cultivos con pasturas de *Centrosema* en los sistemas agrosilvopastoriles que son comunes en América Central y en México tropical.

Distribución Natural de *Centrosema* en la Región

Centrosema es un género de leguminosas del Nuevo Mundo con cerca de 35 especies distribuidas desde los Estados Unidos hasta Argentina, incluyendo el Caribe (Schultze-Kraft et al., esta obra). Por lo menos 11 especies se consideran nativas de América Central y de México (Abaunza Amador, 1978; D'Arcy, 1980; Meyrat, 1975; Standley y Steyermark, 1946; Taylor, 1976). En cuanto a germoplasma, Panamá y la parte tropical de México son, al parecer, las regiones donde se ha recolectado el mayor número de ecotipos nativos de *Centrosema*, de los cuales hay semilla disponible (Duque et al., 1985; Peralta M. et al., 1987; Reid, 1983).

La información disponible sugiere que *C. pubescens* es la especie más frecuente y más ampliamente distribuida en la región. Se localiza principalmente en suelos de fertilidad moderada a alta y en regiones de clima húmedo a subhúmedo y de cálido a moderado. Esta amplia distribución ha dado lugar a una gran variación intraespecífica representada por tipos morfológicos que expresan las condiciones climáticas y edáficas en que se desarrollan. Por ejemplo, en los climas semisecos, es común hallar tipos precoces de porte bajo, y gran desarrollo vegetativo, floración limitada y vainas basales pequeñas. En climas húmedos y suelos de alta fertilidad se hallan tipos volubles muy vigorosos, de floración profusa y durable y de vainas grandes. En los Ultisoles ácidos, típicos de los bosques y de los ecosistemas derivados de sabana, son muy comunes los

tipos postrados, estoloníferos y de buena capacidad de enraizamiento en los nudos.

Otras especies que se hallan con frecuencia y tienen amplia distribución son *C. macrocarpum* y *C. plumieri*. *Centrosema schiedeanum*, una especie que tiene una relación taxonómica muy estrecha con *C. pubescens*, parece tener dos centros de distribución: México, y el área de Costa Rica y Panamá; en ambos suele encontrarse en sitios de mayor altitud. *Centrosema sagittatum* y *C. pascuorum* son especies ampliamente distribuidas en América Central, pero no son comunes; *C. pascuorum* se encuentra exclusivamente en regiones de baja altitud que tengan menos de 1000 mm de precipitación anual. *Centrosema virginianum* es muy frecuente en México, aunque se conocen algunos sitios de recolección de material botánico en Guatemala, Honduras y Costa Rica. La distribución de *C. schottii* se limita a zonas de suelos calcáreos en México, especialmente en la Península de Yucatán. Por otro lado, *C. angustifolium* sólo se ha hallado en Panamá y Costa Rica. Otras especies de *Centrosema* que se consideran nativas de Panamá son *C. brasilianum* y *C. vexillatum*.

Adaptación y Producción Estacional de Materia Seca

La evaluación de leguminosas forrajeras tropicales adaptadas a las condiciones de México y de otros países centroamericanos se inició en la década de los 60 (FAO, 1972; Sánchez, 1968). Estos trabajos se concentraron principalmente en el estudio de la productividad de cultivares forrajeros comerciales de origen australiano (Claverán Alonso, 1978). *Centrosema* fue hallado como uno de los géneros más promisorios y mejor adaptados a las regiones calientes y húmedas de México (Ramos, 1985; Sánchez, 1968), Panamá (FAO, 1972) y Belice (Lazier, 1980a y 1980b). Las observaciones se realizaron principalmente en parcelas pequeñas sometidas a corte o a pastoreo periódico controlado.

En Belice, por ejemplo, se evaluaron en 1975 cuatro líneas pertenecientes a tres especies de *Centrosema*: *C. pubescens*, representada por un ecotipo nativo y por centro común, *C. plumieri* y *C. schiedeanum* cv. Belalto; en esta prueba hubo 25 leguminosas que comprendían 13 géneros y 19 especies (J. R. Lazier,

comunicación personal). *Centrosema plumieri* no mostró un comportamiento sobresaliente en ninguna de las pruebas, mientras que *C. schiedeanum* cv. Belalto creció bien en los mismos sitios. *Centrosema pubescens* tuvo mejor comportamiento cuando se aplicó un nivel más alto de P (40 versus 10 kg/ha de P). Se hizo otra prueba con 30 leguminosas (19 géneros que comprendían 27 especies) entre las que estaban *C. plumieri* CF 16-1 y *C. pubescens* CF 177, en un Planosol de una región que recibe 2200 mm de precipitación anual. Estas dos especies persistieron después de 10 ciclos de corte que se hicieron cada 6 semanas, pero su rendimiento fue sólo una tercera parte del observado en *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro, considerada la mejor leguminosa de la prueba (J. R. Lazier, comunicación personal).

De estas pruebas iniciales de evaluación que se hicieron en la región no se formularon recomendaciones para el uso comercial de *Centrosema*.

A partir de 1980 se incrementó considerablemente la evaluación del género *Centrosema* en la región. En un programa intensivo de recolección, introducción y evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Belice se evaluaron, durante el período 1981-1984, por ejemplo, 19 accesiones de *C. pubescens*, 10 de *C. plumieri*, 6 de *C. macrocarpum*, 4 de *C. schottii* y un híbrido (Parham, 1984). En estas evaluaciones preliminares, *C. pubescens* demostró nuevamente el mejor comportamiento.

Los estudios realizados en otros países de la región han formado parte de un conjunto de ensayos regionales organizado dentro de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), con germoplasma proporcionado principalmente por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). El germoplasma ensayado comprende 13 especies de *Centrosema* (Cuadro 1). Se han evaluado numerosas accesiones en México y Panamá, especialmente de *C. pubescens*, *C. macrocarpum*, *C. brasilianum*, *C. acutifolium*, *C. schiedeanum* y *C. pascuorum*. Las evaluaciones consistieron en pruebas de adaptación, o ensayos regionales A (ERA), en las cuales se observó la supervivencia del germoplasma con insumos mínimos de fertilización durante 2 años (Toledo y Schultze-Kraft, 1982). Al mismo tiempo, o en forma paralela a estas evaluaciones, se midió el rendimiento estacional de materia seca de las leguminosas durante los períodos de máxima y mínima precipitación (ensayos regionales B, ERB). Se han hecho también

Cuadro 1. Especies de *Centrosema* y número de accesiones de cada especie evaluadas en América Central y México desde 1980 por la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT).

Especie	Accesiones por país (no.)					
	México	C. Rica	Honduras	Nicaragua	Panamá	Belice ^a
<i>C. acutifolium</i>	5	3	3	1	2	
<i>C. angustifolium</i>	1					
<i>C. brachypodium</i>	1					
<i>C. brasilianum</i>	10	2	2	1	4	
<i>C. macrocarpum</i>	12	2	1		4	6
<i>C. pascuorum</i>	1				3	
<i>C. plumieri</i>	1				1	10
<i>C. pubescens</i>	20	1	1	2	4	21
<i>C. rotundifolium</i>	1					
<i>C. sagittatum</i>	1					
<i>C. schiedeanum</i>	5					
<i>C. schottii</i>	1					4
<i>C. virginianum</i>	1					
Híbrido CIAT 438	1	1	1	1	1	1
Total	61	9	8	5	19	42

a. Germoplasma evaluado fuera de la RIEPT.

FUENTES: RIEPT, información no publicada, y J. R. Lazier, comunicación personal.

otras pruebas empleando la metodología convencional para la evaluación agronómica, especialmente en Tocumen y Gualaca en Panamá.

La región tomada en consideración se extiende desde la latitud 7° N a la 30° N, y desde la longitud 77° O a la 107° O. El ecosistema predominante es el bosque húmedo tropical (BHT) (Cuadro 2). En este ecosistema, la precipitación anual varía de 2099 mm en Hojancha, Costa Rica, a 4000 mm en Gualaca, Panamá, con períodos secos que pueden durar de 3 a 6 meses. También se ha evaluado *Centrosema* en el bosque seco tropical (BST) representado por El Ejido y Río Hato en Panamá; en este mismo país existen ecosistemas de sabana derivados del bosque húmedo tropical (SD-BHT) en Calabacito y Chepo. El ecosistema de bosque estacional semi-siempreverde tropical (BEST) se encuentra en La Esperanza (Honduras) y en Huimanguillo, Jericó y Niltpec (México). En este último país también se ha evaluado germoplasma de *Centrosema* en el ecosistema de sabana. Los suelos de la región son principalmente ácidos (pH 4.5-5.5), con un

Cuadro 2. Ecosistemas predominantes, precipitación y características edáficas de los sitios de evaluación de germoplasma de *Centrosema* en países de América Central y en México, desde 1980.

País	Sitio	Ecosistema predominante ^a	Precipitación		Suelo		
			mm/año	No. de meses secos ^b	pH (1:1)	Sat. Al (%)	P (ppm)
Nicaragua	Nueva Guinea	BHT	2536	3-4	4.4	21.0	—
	Pto. Cabezas	BHT	2693	3	—	52.0	2.0
	El Recreo	BHT	3159	3-4	4.3	34.0	6.0
Costa Rica	San Isidro	BHT	2954	4	5.2	49.2	5.0
	San Carlos	BHT	3425	3-4	5.9	1.5	6.0
	Turrialba	BHT	2634	3	5.2	—	1.2
	Hojancha	BHT	2099	5	6.0	—	—
10.0	Piedades Sur	BEST	1765	5	4.8	5.6	6.0
Panamá	El Ejido	BST	1000	5-6	5.9	—	3.3
	Río Hato	BST	1002	5	6.7	2.3	6.0
	Soná (La Soledad)	BHT	2750	4-5	5.1	63.6	1.1
	Gualaca	BHT	4000	3-4	4.7	21.0	3.5
	Calabacito	SD-BHT	2500	5	4.8	12.0	2.5
	Chepo	SD-BHT	2090	4	4.4	64.3	1.3
Honduras	La Ceiba	BHT	2933	3-4	4.5	13.1	13.3
	La Esperanza	BEST	1300	5-6	4.5	—	10.2
México	Huimanguillo	BEST	2200	3	4.5	85.0	0.2
	Isla Veracruz	Sabana	996	5-6	4.8	—	13.5
	Loma Bonita	Sabana	1845	5-6	4.0	—	20.0
	Tonalá	Sabana	1600	6	5.8	—	3.0
	Jalapa	BHT	2500	3	4.9 ^c	—	—
	Jericó	BEST	2200	4-5	6.0 ^c	—	3.3
	Ebano	BST	878	8	—	—	—
	Niltepec	BEST	1465	6	7.2 ^c	—	4.5
	Arriaga	Sabana	1500	6	5.4	—	10.7

a. BHT = bosque húmedo tropical; BEST = bosque estacional semi-siempreverde tropical; BST = bosque seco tropical; SD-BHT = sabana derivada del bosque húmedo tropical.

b. Menos de 100 mm de precipitación por mes.

c. El pH se midió en una suspensión 1:2.

FUENTE: RIEPT, información no publicada.

contenido variable de P—que va generalmente de bajo a moderado—y una saturación de Al que varía de baja a muy tóxica.

Centrosema pubescens

Las evaluaciones de *Centrosema* en América Central y México se iniciaron casi siempre con una o dos accesiones de *C. pubescens*, una de las cuales se conoce ahora como *C. schiedeanum* (Clements

et al., 1983) y está representada por el cultivar Belalto. Otra variedad muy evaluada ha sido centro común.

Kretschmer (1970) informó que en pruebas hechas en fincas de Costa Rica, *C. pubescens* (centro) tuvo un buen comportamiento agronómico y alta producción de semilla en comparación con otras leguminosas, como *Stylosanthes humilis* y *Neonotonia wightii* cv. Tinaroo.

Se han realizado evaluaciones más recientemente, en los ensayos regionales A y B de la RIEPT, en ecosistemas de bosque y de sabana de la región (Cuadro 3). Las accesiones CIAT 438 (un híbrido de *Centrosema*), CIAT 5189 y CIAT 5126 han mostrado, en general, una adaptación entre buena y excelente en el ecosistema de bosque, lo que refleja el efecto de las condiciones climáticas, bióticas y edáficas de este ecosistema en el crecimiento y desarrollo de las plantas. La accesión CIAT 5126, por ejemplo, presentó una excelente adaptación en Turrialba, Costa Rica, pero se comportó mal en Puerto Cabezas, Nicaragua. Las accesiones CIAT 438 y 5189 no se adaptaron bien en Soná, Panamá, a causa de los graves ataques del añublo foliar causado por *Rhizoctonia*.

Se observaron grandes variaciones en el rendimiento de materia seca tanto estacionalmente—midiéndolo durante períodos de crecimiento de 12 semanas—como entre sitios diferentes de varios países, y tanto en el ecosistema de bosque como en el de sabana. La tendencia de todas las accesiones, incluyendo a CIAT 438, en el ecosistema de sabana, fue de mayores rendimientos durante la estación de máxima precipitación, lo cual contrasta con lo observado en el ecosistema de bosque húmedo de San Isidro, Costa Rica. Tal vez en el ecosistema de bosque el crecimiento se reduce por la incidencia de enfermedades foliares y de insectos chupadores y comedores de hojas durante la estación lluviosa.

Araya (1968) estudió a *C. pubescens* en Tocumen, Panamá, en un suelo aluvial (pH 6.7) con altos niveles de P (42.6 ppm), de K (114 ppm), de Ca y de Mg. Los niveles crecientes de P que se aplicaban (de 0 hasta 33 kg/ha) tendieron a reducir el rendimiento de *Centrosema*; sin embargo, aunque se observaron grandes diferencias entre los tratamientos, éstas no fueron estadísticamente significativas porque los rendimientos de materia seca fueron muy variables. El contenido de proteína de la leguminosa se acercó a 20%, sin que importara la cantidad de P aplicado.

Cuadro 3. Resultados de las evaluaciones de adaptación (ensayos regionales A, RIEPT^a) y del rendimiento estacional de materia seca (ensayos regionales B, RIEPT) de accesiones de *Centrosema pubescens* en México y América Central.

País	Localidad	Accesión CIAT no.	Adaptación ^b	Rendimiento de materia seca (kg/ha de MS cada 12 semanas)		Fuente
				Período de mínima precipitación	Período de máxima precipitación	
Ecosistemas de bosque						
Costa Rica	San Isidro	438	—	663	382	Prado A., 1983
	San Carlos	438, 5189	B, R	—	—	Chaverri Oller et al., 1986
		5126	B	—	—	
	Turrialba	5126, 5189	E, B	—	—	Borel, 1986
	Hojancha	438, 5189	—	2250, 2431	—	Gómez y de Lucía, 1986
	Piedades Sur	5126, 5189	B, B	—	—	M. Rodríguez, com. pers.
Panamá	Los Santos	5189	B	—	—	Duque y Vargas, 1986
	Río Hato	438, 5126	B, B	3197, 2493	—	G. González, com. pers.
		5189	B	—	3195	
	Soná	438, 5189	M, M	—	—	Arosemena et al., 1986
	Chepo	438, 5053	—	—	1031, 673	Quintero y Rodríguez, 1983
		5126	—	—	4975 (9 sem.)	
	Calabacito	5126	B	—	—	Aranda y Pinilla, 1986
Nicaragua	El Recreo	438	—	310 (9 sem.)	1373 (9 sem.)	Castro y Cruz M., 1983
	Pto. Cabezas	5126, 5189	M, B	—	—	Miranda, 1986
	Nueva Guinea	438	B	—	—	Avalos, 1983
Honduras	La Ceiba	438, 5189	B, B	—	—	Valle Aguilar, 1986

(Continúa)

Cuadro 3. Continuación.

País	Localidad	Accesión CIAT no.	Adaptación ^b	Rendimiento de materia seca (kg/ha de MS cada 12 semanas)		Fuente
				Período de mínima precipitación	Período de máxima precipitación	
México	Jericó Huimanguillo	438, 5189 5189, 438	— —	— 1564, 1328	3000, 4200 —	Cigarroa y Palomo, 1986 López Naranjo, 1986a
Ecosistemas de sabana						
México	Isla Veracruz Loma Bonita Tonalá	5189, 438 5189, 438 438, 5053 5126, 5189	— — — —	995, 373 686, 949 864, 900 1000, 423	2304, 1483 3589, 911 2875, 2970 3080, 2233	Enríquez Quiroz, 1986 J. Enríquez, com. pers. Cigarroa, 1985

a. RIEPT = Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.

b. E = excelente; B = bueno; R = regular; M = malo.

En México, en una prueba de invernadero en que se usó suelo de sabana, Meléndez N. et al. (1976) también observaron una baja respuesta de *C. pubescens* a la aplicación de P. Sin embargo, Urrutia R. (1972) observó una reducción en la producción de follaje y de raíces de *C. pubescens* cuando se cultivó en un Oxisol de Guatemala encalado con CaCO_3 a una tasa mayor de 1200 ppm. Esto se corrigió con aplicaciones de 50 a 75 ppm de P, lo que indica la baja disponibilidad de este nutrimento en ese suelo.

Centrosema pubescens (centro) se evaluó en varios ensayos de corte en Gualaca, Panamá. La precipitación anual en este sitio, que es de aproximadamente 4000 mm, se distribuye entre abril y noviembre. Los suelos son Inceptisoles ácidos (pH 4.7), con bajo nivel de P (1.3 ppm) y 21% de saturación de Al. Se encontraron variaciones en el rendimiento de MS según las diferentes frecuencias de corte y según las estaciones del año (FAO, 1972; Ortega y Samudio, 1980). Los mayores rendimientos (2000 kg/ha de MS) se obtuvieron durante la estación lluviosa, mientras que sólo se obtuvo de 10% a 15% del rendimiento durante los meses secos. El rendimiento total se redujo con la edad de corte—probablemente por el efecto combinado de la alta humedad, la temperatura, las enfermedades, y probablemente los insectos en las tasas de envejecimiento y de descomposición del material vegetal. Durante la estación seca, los cortes a intervalos de 84 días dieron el rendimiento más alto; sin embargo, el total de la producción de un año indicó que un intervalo de corte de 45 días era el más adecuado. Centro retuvo su follaje durante la estación seca pero careció de vigor; durante esta época las plantas no presentaron alta incidencia de insectos comedores de hojas ni enfermedades foliares.

En Belice, en un sitio con una precipitación anual de 1500 mm y un suelo aluvial fértil (pH 6.3 y 41 ppm de P), centro produjo más bajo corte que un ecotipo nativo de *C. pubescens* (Lazier, 1980b). Sin embargo, cuando ambas se sometieron a pastoreo rápido e intenso cada 6 semanas durante cerca de 2 horas al día, la accesión nativa *C. pubescens* CF 6-1 arrojó mayores rendimientos de materia seca que centro, y logró mayor cobertura del área de pastoreo en asociación con *Brachiaria mutica* (Lazier, 1980a). En otras palabras, la accesión nativa que dio menores rendimientos bajo corte fue más productiva que centro común bajo pastoreo, probablemente por su hábito de crecimiento más estolonífero.

En general, *C. pubescens* ha dado un rendimiento intermedio en toda la región en estudio, especialmente en las áreas de bosque húmedo. En México, Panamá y Costa Rica, la mancha foliar causada por el hongo *Cercospora* ha reducido su producción. Los ecotipos nativos crecen espontáneamente a lo largo de los caminos bajo una gran variedad de condiciones ecológicas, pero su productividad estacional es generalmente inferior a la de las accesiones introducidas. No obstante, la poca persistencia de centro bajo pastoreo (C. Ortega, comunicación personal) puede ser una limitación para la especie. Sin embargo, las numerosas accesiones y la gran diversidad de *C. pubescens* en los jardines de introducción de las instituciones nacionales en esta región sugieren que hay material abundante para futuras evaluaciones.

Centrosema macrocarpum

Esta especie, que es relativamente nueva en los programas de evaluación, es una de las más promisorias para la región en estudio, especialmente en ecosistemas de bosque (Schultze-Kraft y Keller-Grein, 1985). El Cuadro 4 muestra que, en estos ecosistemas, su adaptación ha sido buena en Panamá, excepto en Soná donde la accesión CIAT 5065 sufrió ataques de micoplasma que causa hoja pequeña (Arosemena et al., 1986). En Jericó, México, esta accesión ha dado rendimientos de materia seca hasta de 4426 kg/ha durante la época de máxima precipitación, una cifra comparable con la obtenida en Río Hato, Panamá, durante la época de mínima precipitación. Hay considerable variación en el rendimiento dentro de los países, como en las localidades de Ebano y Destierro, en México. Se ha observado también que la variación del rendimiento en ecosistemas de sabana es menor que en el de bosque húmedo, principalmente durante el período de mínima precipitación.

En un ecosistema de bosque seco tropical (Río Hato, Panamá), las accesiones CIAT 5062, CIAT 5434, CIAT 5478 y CIAT 5065 han dado rendimientos que varían entre 2825 y 4789 kg/ha de MS durante la época de mínima precipitación. Sin embargo, CIAT 5065 tiene un hábito de crecimiento menos estolonífero y retiene menos follaje durante los períodos secos que otras accesiones. En los suelos ácidos (pH 4.5) con alta saturación de Al (78%), como en Calabacito, Panamá, esa accesión mostró síntomas de clorosis moderada durante las primeras semanas de crecimiento,

Cuadro 4. Resultados de las evaluaciones de adaptación (ensayos regionales A, RIEPT^a) y del rendimiento estacional de materia seca (ensayos regionales B, RIEPT) de accesiones de *Centrosema macrocarpum* en México y América Central.

País	Localidad	Accesión CIAT no.	Adaptación ^b	Rendimiento de materia seca (kg MS/ha cada 12 semanas)		Fuente
				Período de mínima precipitación	Período de máxima precipitación	
Ecosistemas de bosque						
México Ebano	Jericó	5065	—	—	4426	Cigarroa y Palomo, 1986 C. Maldonado, com. pers.
		5065, 5744 5887	—	813, 940 840	—	
	Huimanguillo	5065	—	2376	—	López Naranjo, 1986a
Panamá	Río Hato	5062, 5065	B, B	2825, 4230	—	G. González, com. pers.
		5434, 5478	B, B	3133, 4789	—	
	Soná	5065	R	—	—	Arosemena et al., 1986
	Calabacito	5062, 5434	B, E	—	—	Aranda y Pinilla, 1986
Costa Rica	Hojancha	5062, 5065	—	0, 0	1020, 603	Gómez y de Lucía, 1986
Ecosistemas de sabana						
México	Isla Veracruz	5065	—	1366	3875	Enríquez Quiroz, 1986
	Loma Bonita	5065	—	1374	2924	Enríquez Quiroz, 1986
	Tonalá	5065	—	—	831	Cigarroa, 1985

a. RIEPT = Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.

b. E = excelente; B = bueno; R = regular.

probablemente por falta de inoculación de las semillas, pero el fenómeno desapareció a medida que las plantas se desarrollaban. Esta condición no se presenta en suelos fértiles o cuando las semillas se inoculan con una cepa apropiada de *Rhizobium*. Los ataques de insectos y enfermedades a esta especie han sido moderados en toda la zona de estudio (Aranda y Pinilla, 1986; López Naranjo, 1986b).

Centrosema macrocarpum forma buenas asociaciones con gramíneas erectas como *Hyparrhenia rufa*, *Panicum maximum* y *Andropogon gayanus*. En Chiriquí, Panamá, se realizó un experimento de fertilización en un Ultisol ácido (pH 4.5, saturación de Al 78% y bajo nivel de bases intercambiables) con una asociación de *C. macrocarpum* CIAT 5062 y *A. gayanus*. La leguminosa respondió positivamente a la aplicación de 60 y 100 kg/ha de K y de P, respectivamente, durante el establecimiento (Cuadro 5). Sin embargo, la respuesta fue mayor cuando se aplicaron 40 kg/ha de S, lo que aumentó el rendimiento total a 4297 kg/ha de MS. Esta cifra fue similar a aquella obtenida con la aplicación de 40, 100 y 60 kg/ha de S, P y K, respectivamente. En este experimento, el azufre fue el nutrimento más limitante del rendimiento en ambos componentes de la asociación.

Cuadro 5. Efecto del azufre (S), del fósforo (P) y del potasio (K) en el rendimiento de la asociación *Centrosema macrocarpum* CIAT 5062 y *Andropogon gayanus*, en un Ultisol en Chiriquí, Panamá^a.

Fertilizante (kg/ha)			Rendimiento MS (kg/ha) ^b		Total
S	P	K	<i>A. gayanus</i>	<i>C. macrocarpum</i>	
0	0	0	1882	253	2135
0	0	60	2660	332	2992
0	100	0	1958	435	2393
0	100	60	2489	283	2772
40	0	0	3835	462	4297
40	0	60	4023	620	4643
40	100	0	3403	506	3909
40	100	60	3840	681	4521

a. La aplicación básica, en kg/ha, fue 20 de Mg, 2 de Zn, 1 de B y 0.1 de Mo. La leguminosa se inoculó con *Rhizobium*.

b. Cosechado 96 días después de la siembra.

FUENTE: B. Pinzón, comunicación personal.

Las accesiones de *C. macrocarpum* han tenido buen comportamiento y buena productividad en ecosistemas de bosque tropical húmedo y seco, así como en sabanas derivadas, en toda la zona de estudio. Crecen vigorosamente y producen una considerable cantidad de follaje, que es retenido durante la mayor parte de la estación seca, aún en regiones donde la sequía dura 5 meses como en la Península de Azuero en Panamá. En esta localidad, las accesiones CIAT 5062 y 5434 han sido más estoloníferas y productivas que CIAT 5065, y han presentado también menor incidencia de plagas y enfermedades.

La principal limitación de *C. macrocarpum* parece ser su escasa floración y formación de semillas, ya sea bajo corte o en pastoreo asociada con gramíneas; esto restringe su regeneración y su persistencia en las pasturas. Sin embargo, CIAT 5065 persistió, después de un año de pastoreo, en asociación con *H. rufa* en Chiriquí, Panamá (Pitty et al., 1986). La leguminosa dominó aun en el tratamiento de alta carga animal (2.5 UA/ha), y produjo numerosos estolones en la base de los tallos de las plantas madre, después de que las plantas fueron defoliadas por los animales y se había destruido la corona apical. Obviamente, el manejo es importante para asegurar la persistencia de la especie. La accesión CIAT 5062 tiende a ser más estolonífera que CIAT 5065 en las condiciones que prevalecen en Calabacito, Panamá; también presenta buena compatibilidad con *A. gayanus* y una excelente aceptabilidad por los animales (E. Arosemena, comunicación personal).

Por lo tanto, el éxito futuro de la especie en esta región depende de variedades que posean un hábito de crecimiento particularmente estolonífero capaz de producir nuevas plantas en los nudos enraizados o una buena capacidad para producir semilla bajo pastoreo. La producción de semilla comercial se podría hacer en sitios en que los períodos de crecimiento sean adecuados y las épocas secas bien definidas; condiciones como éstas se encuentran en todos los países centroamericanos y en México.

Centrosema brasilianum

El rango de adaptación de esta especie varía de malo a excelente en esta región (Cuadro 6). Con frecuencia se observa que se adapta bien en los ecosistemas de bosque tropical, a pesar de que la especie ha sufrido graves ataques del añublo foliar causado por

País	Localidad	Accesión CIAT no.	Adaptación ^b	Rendimiento de materia seca (kg MS/ha cada 12 semanas)		Fuente
				Período de mínima precipitación	Período de máxima precipitación	
Ecosistemas de bosque						
México	Jericó	5055, 5184	—	0, 789	2346, 3015	Cigarroa y Palomo, 1986
		5234	—	734	3307	
Panamá	Huimanguillo	5234	—	1176	—	López Naranjo, 1986a
		5234, 5247	B, M	—	—	
		5234, 5247	B, E	—	—	
		5234, 5247	E, B	—	—	
Nicaragua	Pto. Cabezas	5234	E	—	—	Miranda, 1986
Honduras	La Ceiba La Ceiba	5234, 5247	B, B	—	—	Valle Aguilar, 1986 G. Valle, com. pers.
		5487	B	—	—	
Costa Rica	San Carlos Turrialba Hojancha Piedades Sur	5234	R	—	—	Chaverri Oller et al., 1986 Borel, 1986 Gómez y de Lucía, 1986 M. Rodríguez, com. pers.
		5234	B	—	—	
		5234	—	3008	—	
		5234, 5487	B, B	—	—	
Ecosistemas de sabana						
México	Isla Veracruz	5234	—	770	1685	Enríquez Quiroz, 1986
	Loma Bonita	5234	—	942	1950	Enríquez Quiroz, 1986
	Nilepec	5234	—	—	3674	Córdoba y Peralta M., 1986
	Tonalá	5234, 5184	—	702, 899	990, 1400	Cigarroa, 1985
	5055	—	702	976	—	
	Arriaga	5055, 5184	—	—	2586, 2469	Cigarroa, 1985

a. RIEPT = Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.

b. E = excelente; B = bueno; R = regular; M = malo.

Rhizoctonia (AFR) durante la estación lluviosa. La accesión CIAT 5234 ha sido la más ampliamente evaluada en los ecosistemas de sabana y de bosque, especialmente en pruebas de adaptación. En ecosistemas de sabana, los rendimientos de esta accesión han sido inferiores a los obtenidos en los ecosistemas de bosque, aunque en Niltpec, México, se obtuvo un rendimiento de 3674 kg/ha de MS durante la estación de máxima precipitación. En general, se ha observado mayor rendimiento de esta especie durante la estación de máxima precipitación, prescindiendo del ecosistema, lo que demuestra el potencial de productividad de la especie a pesar de su susceptibilidad al AFR.

En esta especie se ha observado que la floración y la producción de semilla son abundantes en toda la zona en estudio. Esto contribuye a la persistencia de la planta y compensa por la reducción del rendimiento causada por el AFR. En ecosistemas de bosque, sin embargo, las parcelas son invadidas por malezas estoloníferas agresivas después del corte; la causa es la reducida capacidad competitiva de la especie cuando sobreviene una infección de AFR (Arosemena et al., 1986). Esta situación parece ser diferente en ecosistemas de sabana derivados del bosque, donde el complejo de malezas es menos agresivo.

La especie persiste y proporciona forraje verde permanente durante los períodos secos. Emite bastantes rebrotes y se regenera bien cuando comienza la estación lluviosa—un resultado de la abundante producción de semillas—y llega a tener poblaciones, en promedio, de 200 plántulas por m². Su principal limitación se presenta en la estación lluviosa, cuando la especie es atacada por el AFR. Una considerable defoliación puede ocurrir después de períodos de lluvia intensa seguidos por cortos intervalos secos. Aun en estas condiciones, *C. brasilianum* continúa floreciendo y produciendo semilla si la enfermedad se presenta tarde en la estación lluviosa. En México se ha observado que el daño por AFR de plantas adultas es mayor bajo pastoreo—hasta 25% o más—que bajo corte.

La productividad y la persistencia de la especie no se han evaluado todavía con animales durante un tiempo razonable y en diferentes condiciones de manejo que sean relevantes los sistemas de producción de la región en estudio. Sin embargo, no hay duda de que esta especie es compatible con gramíneas macolladoras o

erectas y que nodula adecuadamente con cepas nativas de *Rhizobium*.

Centrosema acutifolium

Esta especie ha sido recientemente evaluada en las áreas tropicales centroamericanas y mexicanas. Su adaptación a la región se ha considerado moderada, buena o excelente (Cuadro 7). La accesión más ampliamente evaluada ha sido CIAT 5112, cuyo rendimiento ha variado entre sitios y entre países siendo mayor en los ecosistemas de bosque. Los resultados obtenidos hasta el presente indican que el potencial de la especie es bueno en sitios apropiados.

La accesión CIAT 5112 ha mostrado buena persistencia y buena capacidad de competir con las malezas en el ecosistema de bosque en México (Amaya Hernández, 1986). En un ecosistema de sabana derivado del bosque tropical, en Calabacito, Panamá, las accesiones CIAT 5112 y CIAT 5278 han mostrado buena adaptación y buena producción de materia seca, una aceptable tolerancia a la sequía, abundante floración y formación de semillas, hábito de crecimiento especialmente estolonífero y menos susceptibilidad al AFR que *C. brasilianum*. La accesión CIAT 5278 se comportó en forma similar en Los Santos, Panamá, en un ecosistema de bosque seco tropical con un período seco de 5 a 6 meses. Esta especie debe ser incluida en evaluaciones futuras dados su amplia adaptación y buen comportamiento.

Evaluación Bajo Pastoreo

Se han hecho pocas evaluaciones del comportamiento de *Centrosema* bajo pastoreo en América Central y en México, probablemente porque se observó poca persistencia de centro común (*C. pubescens*) en los ensayos preliminares de producción animal (C. Ortega, comunicación personal).

Garza Treviño y Portugal G. (1978) midieron la producción de carne de res en pasturas de *Digitaria decumbens* bajo riego, asociada con leguminosas tropicales, entre ellas especies de *Centrosema*, en un clima tropical subhúmedo de México. La ganancia de peso por animal fue superior en la asociación (0.524 kg/día) en comparación con la que se obtuvo en la gramínea

Cuadro 7. Resultados de las evaluaciones de adaptación (ensayos regionales A, RIEPT^a) y del rendimiento estacional de materia seca (ensayos regionales B, RIEPT^a) de accesiones de *Centrosema acutifolium* en México y América Central.

País	Localidad	Accesión CIAT no.	Adaptación ^b	Rendimiento de materia seca (kg MS/ha cada 12 semanas)		Fuente
				Período de mínima precipitación	Período de máxima precipitación	
Ecosistemas de bosque						
México	Ebano	5568	—	1026	—	C. Maldonado, com. pers.
	Jerico	5112	—	334	480	Cigarroa y Palomo, 1986
	Huimanguillo	5112	—	2584	—	López Naranjo, 1986a
Costa Rica	San Carlos	5112	B	—	—	Chaverri Oller et al., 1986
	Turrialba	5112	B	—	—	Borel, 1986
	Hojancha	5112	—	2343	1413	Gómez y de Lucía, 1986
	Piedades Sur	5277, 5568	B, B	—	—	M. Rodríguez, com. pers.
Honduras	La Ceiba	5112, 5278	B, B	—	—	Valle Aguilar, 1986
Nicaragua	Pto. Cabezas	5112	R	—	—	Miranda, 1986
Panamá	Los Santos	5278	B	—	—	Duque y Vargas, 1986
	Soná	5278, 5112	E, E	—	—	Arosemena et al., 1986
	Calabacito	5278, 5112	E, B	—	—	Aranda y Pinilla, 1986
Ecosistemas de sabana						
México	Isla Veracruz	5112	—	1113	3397	Enríquez Quiroz, 1986
	Loma Bonita	5112	—	—	1020	Enríquez Quiroz, 1986
	Tonalá	5112	—	160	477	Cigarroa, 1985

a. RIEPT = Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.

b. E = excelente; B = bueno; R = regular.

pura (0.385 kg/día). El nivel de proteína cruda de la dieta fue, en promedio, de 8.9% y 13%, respectivamente. Garza Treviño (1979) informó que la incorporación de *C. pubescens* a una pastura similar de *D. decumbens* dio un aumento de 36% en la producción de carne de res (636 kg/ha) durante 364 días de pastoreo, en comparación con la producción obtenida en pasturas de gramínea sola (468 kg/ha). En la misma localidad, esta asociación produjo diariamente 9.4 kg de leche por vaca durante un período de observación de 86 días; esta producción fue 5.6% mayor que la obtenida en *D. decumbens* solo y fertilizado con N (Portugal G. et al., 1977). Es obvio entonces que esta leguminosa ofrece un forraje de alta calidad, ya que mejora el forraje producido por gramíneas como *D. decumbens* cuya calidad es excelente. Sin embargo, no hay informes sobre la persistencia de estas pasturas después del primer año de pastoreo.

También se ha observado la compatibilidad y la producción potencial de *C. plumieri* en pruebas de corte (Lazier 1981a) y de pastoreo en asociación con *B. mutica* en Belice (Lazier, 1981b); no obstante, estas observaciones se hicieron en condiciones muy específicas de pastoreo rápido e intensivo y durante períodos que no excedían de 18 meses. Aunque *C. plumieri* persistió y mejoró la cobertura del suelo durante el período de observación, no fue tan productiva como otras leguminosas, por ejemplo *Codariocalyx gyroides*. Se necesita más investigación antes de llegar a conclusiones confiables sobre el valor de *C. plumieri* bajo pastoreo.

Nodulación

El género *Centrosema* puede nodular con varias cepas nativas de *Rhizobium* en la región considerada. Esta promiscuidad es un factor favorable para la buena adaptación de una especie. Existe, no obstante, cierta especificidad, especialmente en *C. macrocarpum*. Algunas accesiones, como CIAT 5065, necesitan ser inoculadas para lograr un crecimiento inicial vigoroso, especialmente si se establecen en suelos ácidos y de baja fertilidad.

Se ha observado una excelente nodulación con cepas nativas en *C. plumieri* y *C. pubescens* en México (González, 1977). Velasco Z. et al. (1980) informaron de la existencia de dos cepas efectivas entre 21 que fueron probadas en condiciones de invernadero, en Tabasco, México. La cepa CC-18 fue significativamente superior al

tratamiento no inoculado y fertilizado, y produjo además el mayor número de nódulos.

Producción de Semilla

En Iguala, Guerrero (México), localidad ubicada en la latitud 18° 20' N, varias especies y accesiones de *Centrosema* han mostrado buena capacidad de producción de semilla (Cuadro 8). Se observó alto rendimiento en *C. brasilianum* y *C. pubescens* y menor en *C. acutifolium* y *C. macrocarpum*. Toda la semilla se cosechó manualmente, en varios pases.

En Gualaca, Panamá (latitud 9° N, 4000 mm de precipitación anual, 25 °C de temperatura media), *C. macrocarpum* ha florecido bien cuando se cultiva en espalderas, pero su rendimiento, que ha sido menor que en México, llega en promedio a sólo 50 kg/ha de semilla cosechada a mano. Esta especie no floreció durante el año de establecimiento en esta localidad, posiblemente porque no hubo un período seco definido durante ese año en particular, o por alguna condición fisiológica de la planta que se desconoce. Sin embargo, en El Bongo, Panamá, en un ecosistema de bosque seco tropical con 900 mm de precipitación y una estación seca bien definida, *C. macrocarpum* floreció y formó semilla, aun sin usar espaldera y después de varios cortes de uniformidad (Duque y Vargas, 1986). Lo mismo ocurrió en Río Hato, Panamá, en un ecosistema similar (G. González, comunicación personal).

Cuadro 8. Producción de semilla de varias especies de *Centrosema* en Iguala, Guerrero, México.

Especie	Accesión CIAT no.	Rendimiento anual (kg/ha)
<i>C. macrocarpum</i>	5065	505
<i>C. brasilianum</i>	5234	1390
<i>C. pubescens</i>	5189	1066
<i>Centrosema</i> híbrido	438	1450
<i>C. acutifolium</i>	5112	275
<i>C. acutifolium</i>	5277	716

FUENTE: A. Peralta M., información no publicada.

En Panamá, otras especies como *C. brasilianum* y *C. acutifolium* florecen y producen semilla en ecosistemas de bosque como en Soná y Chepo. También forman semilla en ecosistemas de sabana derivados del bosque, como en Calabacito.

Potencial y Limitaciones

La evaluación de *Centrosema* en América Central y México, en la última década, ha permitido la identificación de especies que tienen alto potencial de producción. *Centrosema brasilianum* crece bien en suelos de sabana, infértiles y ácidos y, lo mismo que *C. macrocarpum*, retiene su follaje durante períodos secos prolongados. Produce gran cantidad de semilla que garantiza la regeneración de las plantas, aun en condiciones de bosque húmedo tropical, donde la especie sufre graves ataques de *Rhizoctonia*. En cuanto a la nodulación, *C. brasilianum* es más promiscua con cepas nativas de *Rhizobium* que otras especies de *Centrosema*, especialmente en ecosistemas de sabana. Del mismo modo que *C. macrocarpum*, *C. pubescens* y *C. acutifolium*, la especie es compatible con gramíneas erectas por su hábito de crecimiento voluble.

En ecosistemas de bosque tropical de alta precipitación, las accesiones de *C. macrocarpum* y *C. acutifolium* han tenido buen comportamiento y buena productividad; además, *C. macrocarpum* muestra un crecimiento inicial más vigoroso cuando se inocula con una cepa de *Rhizobium* apropiada. La principal desventaja de esta especie es la limitada capacidad de enraizamiento en sus estolones, presente al menos en las accesiones que se han evaluado hasta ahora en América Central y México. *Centrosema acutifolium* posee un hábito de crecimiento más rastrero y emite estolones vigorosos y ramificados, lo que puede influir positivamente en la persistencia y en la competitividad de sus plantas.

El potencial de adaptación y de buen desempeño agronómico observado en *Centrosema* en esta región indica que es un género de leguminosas tropicales muy importante que puede mejorar sustancialmente el rendimiento de los actuales sistemas de producción de ganado. Sin embargo, la escasa evaluación que se ha hecho con animales impide cuantificar el potencial de producción animal del género *Centrosema* en las condiciones climáticas y de manejo de la región.

Prioridades en la Investigación

Gran parte de la investigación realizada con forrajes tropicales, incluyendo en ellos el género *Centrosema*, en América Central y en México durante los últimos 25 años, se orientó a generar información sobre el comportamiento agronómico de las especies y la función de éstas en las pasturas. Su utilidad en los sistemas de producción animal no se ha definido claramente. Además, en su mayoría, las especies de *Centrosema* ensayadas fueron seleccionadas en áreas tropicales que no fueron las de América Central y México, y se ha prestado poca atención a las variedades locales o a las que provienen de regiones similares de América Latina. Por ello, las siguientes prioridades de investigación son fundamentales para el desarrollo del género a nivel local:

Continuar la recolección e introducción sistemática de nuevo germoplasma, para ampliar la base genética y la variabilidad del género. Esto permitirá la selección de material promisorio por su productividad, persistencia y tolerancia a los estreses ambientales y bióticos de los diferentes ecosistemas.

Realizar estudios agronómicos y de control de malezas, principalmente en los ecosistemas de bosque tropical con los materiales más promisorios, especialmente con *C. macrocarpum*, *C. brasilianum* y *C. acutifolium*. Esto ayudará a identificar limitaciones y determinará la productividad estacional y el uso potencial de esas especies.

Intensificar los estudios de pastoreo con los materiales más promisorios agronómicamente, para definir la persistencia de las especies bajo pastoreo, su producción animal y la estrategia con que se incluirán en los sistemas de producción de la región.

Evaluar sistemas de manejo que contemplen la integración de cultivos y pasturas mejoradas, conformadas éstas por asociaciones de *Centrosema* y gramíneas en los sistemas de producción agrosilvopastoriles de México tropical y América Central.

Referencias

- Abaunza Amador, J. A. 1978. Estudio cualitativo y cuantitativo de algunas especies de leguminosas nativas en los pastizales del noreste de Chontales. Tesis (Ing. Agr.). Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, División de Educación Agrícola Superior, Managua, Nicaragua. 99 p.
- Amaya Hernández, S. [1986]. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en suelos rojos Alfisoles en Jalapa, Tabasco, México. En: Pizarro, E. A. (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1982-1985; tercera reunión de la RIEPT, octubre 1985. 2 vols. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Cali, Colombia. Vol. 2, p. 931-944.
- Aranda, H. y Pinilla, M. [1986]. Adaptación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Calabacito, Panamá. En: Pizarro, E. A. (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1982-1985; tercera reunión de la RIEPT, octubre 1985. 2 vols. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Vol. 2, p. 953-954.
- Araya, B. M. 1968. Variación de *Centrosema pubescens* (Benth.) Kuntze ante aplicaciones de fósforo en un suelo aluvial. Tesis (Lic. Ing. Agr.). Universidad de Panamá, Panamá. 34 p.
- Arosemena, E.; Tasón, L.; y Flores, M. [1986]. Adaptación de gramíneas y leguminosas forrajeras al sur de Soná, Veraguas, Panamá. En: Pizarro, E. A. (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1982-1985; tercera reunión de la RIEPT, octubre 1985. 2 vols. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Vol. 2, p. 961-964.
- Avalos, C. 1983. Adaptación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Nueva Guinea, Nicaragua. En: Pizarro, E. A. (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1979-1982; segunda reunión de la RIEPT, septiembre 1982. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 329-330.
- Borel, R. [1986]. Adaptación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Turrialba, Cartago, Costa Rica. En: Pizarro, E. A. (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1982-1985; tercera reunión de la RIEPT, octubre 1985. 2 vols. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Vol. 2, p. 895-900.

- Castro, A. y Cruz M., A. 1983. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en El Recreo, Nicaragua. En: Pizarro, E. A. (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1979-1982; segunda reunión de la RIEPT, septiembre 1982. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 319-328.
- Chaverri Oller, P.; Núñez López, J. L.; y Sánchez Bonilla, O. [1986]. Adaptación de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos, Costa Rica. En: Pizarro, E. A. (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1982-1985; tercera reunión de la RIEPT, octubre 1985. 2 vols. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Vol. 2, p. 891-894.
- Cigarroa, D. A. 1985. Programa de Forrajes: Informe anual. Campo Agrícola Experimental Costa de Chiapas, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Escuintla, Chiapas, Mexico. p. 20-59.
- ____ y Palomo, J. [1986]. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Jericó, Municipio de Pijijiapan, Chiapas, México. En: Pizarro, E. A. (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1982-1985; tercera reunión de la RIEPT, octubre 1985. 2 vols. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Vol. 1, p. 595-602.
- Claverán Alonso, R. 1978. Leguminosas forrajeras. En: Cervantes Santana, T. (ed.). Análisis de los recursos genéticos disponibles en México; sesiones de trabajo, mayo 1978. Sociedad Mexicana de Fitotecnica, Chapingo, Mexico. p. 171-178.
- Clements, R. J.; Williams, R. J.; Grof, B.; y Hacker, J. B. 1983. *Centrosema*. En: Burt, R. L.; Rotar, P. P.; Walker, J. L.; y Silvey, M. W. (eds.). The role of *Centrosema*, *Desmodium*, and *Stylosanthes* in improving tropical pastures. Westview tropical agriculture series no. 6. Westview Press, Boulder, CO, E.U. p. 69-96.
- Córdoba, A. y Peralta M., A. [1986]. Establecimiento y producción de leguminosas forrajeras en Niltpec, Edo. de Oaxaca, Méx. En: Pizarro, E. A. (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: resultados 1982-1985; tercera reunión de la RIEPT, octubre 1985. 2 vols. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Vol. 1, p. 237-242.
- D'Arcy, W. G. 1980. *Centrosema*. En: Woodson, R. E., Jr.; Schery, R. W.; y otros colaboradores. Flora of Panama, part V, Fascicle 5. Ann. Mo. Bot. Gard. 67(3):571-579.

- Duque, O. M.; Argel, P. J.; y Schultze-Kraft, R. 1985. Recolección de germoplasma nativo de leguminosas forrajeras en Panamá. *Pasturas Trop. Bol.* 8(1):10-14.
- _____ y Vargas, E. [1986]. Adaptación de gramíneas y leguminosas en El Bongo, Los Santos-Panamá. En: Pizarro, E. A. (ed.). *Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1982-1985; tercera reunión de la RIEPT, octubre 1985.* 2 vols. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Vol. 2, p. 957-960.
- Enríquez Quiroz, J. F. [1986]. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en el Municipio de Isla, Ver., México. En: Pizarro, E. A. (ed.). *Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1982-1985; tercera reunión de la RIEPT, octubre 1985.* 2 vols. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Vol. 1, p. 205-220.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1972. *Pasture improvement in Panama; Informe preparado para el gobierno de Panamá, basado en el trabajo de J. M. Rattray.* AGP: SF 323/PAN 10 technical report 3. United Nations Development Programme (UNDP) y FAO, Roma, Italia. 98 p.
- Garza Treviño, R. 1979. Producción de carne en el trópico húmedo de México. En: Tergas, L. E. y Sánchez, P. A. (eds.). *Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Memorias de un seminario celebrado en el CIAT, Cali, Colombia, abril 1978.* Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 309-319.
- _____ y Portugal G., A. 1978. Producción de carne en asociaciones de Zacate pangola (*Digitaria decumbens*) con tres leguminosas; memorias de la sexta reunión. Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), Ciudad de México, México.
- Gómez, J. y de Lucía, R. [1986]. Evaluación de leguminosas y gramíneas en Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. En: Pizarro, E. A. (ed.). *Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1982-1985; tercera reunión de la RIEPT, octubre 1985.* 2 vols. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Vol. 2, p. 901-911.
- González, J. A. 1977. Colección, introducción y establecimiento de leguminosas forrajeras en condiciones de trópico húmedo. *Agric. Trop. (Mexico)* 1(2):134-144.

- Kretschmer, A. E., Jr. 1970. Use of tropical legumes for pasture improvement. University of Florida report. San José, Costa Rica.
- Lazier, J. R. 1980a. Performance of four persistent forage legumes with *Brachiaria mutica* in Belize under regular grazing using observational techniques and clipping. Trop. Agric. (Trinidad) 57(4):353-361.
- . 1980b. Productivity of four commercial forage legumes and two native lines under clipping in Belize, C.A. Trop. Agric. (Trinidad) 57(4):343-351.
- . 1981a. Dry matter productivity of eighteen native Belizean legumes and *Codariocalyx gyroides* with Pará grass (*Brachiaria mutica*) under clipping. Trop. Agric. (Trinidad) 58(3):221-233.
- . 1981b. Performance of three persistent native legumes and *Codariocalyx gyroides* with *Brachiaria mutica* under grazing. Trop. Agric. (Trinidad) 58(3):235-243.
- López Naranjo, J. I. [1986]a. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en la sabana de Huimanguillo, Tab., México. En: Pizarro, E. A. (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1982-1985; tercera reunión de la RIEPT, octubre 1985. 2 vols. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Vol. 1, p. 191-204.
- . 1986b. Programa de Forrajes: Informe anual. Campo Agrícola Experimental de Huimanguillo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), Huimanguillo, Tabasco, México. p. 22-38.
- Meléndez N., F.; González, A.; y Pérez, J. 1976. Evaluación de roca fosfórica y molibdeno para el establecimiento de *Centrosema pubescens* en suelos de sabana. Agric. Trop. (México) 1(1):64-72.
- Meyrat, A. 1975. Identificación y descripción de algunas leguminosas presentes en pastizales del noreste de Chontales. Tesis (Ing. Agr.). Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería, Managua, Nicaragua. 184 p.
- Miranda, O. [1986]. Adaptación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Puerto Cabezas, Zelaya, Nicaragua. En: Pizarro, E. A. (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1982-1985; tercera reunión de la RIEPT, octubre 1985. 2 vols. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Vol. 2, p. 945-951.

- Ortega, C. M. y Samudio, C. 1980. Productividad estacional de cuatro leguminosas tropicales bajo tres frecuencias de corte. *Cienc. Agropecu. (Panamá)* 3:87-93.
- Parham, H. A. 1984. Interim technical report, phase III, of the IDRC-Belize Forage Legume and Pasture Research Programme, November 1981-March 1984. Central Farm, Belize. p. 112. (Mecanografiado.)
- Peralta M., A.; Schultze-Kraft, R.; Martínez, J. M.; Aguirre, J. F.; Amaya, H. S.; y Enríquez, J. 1987. Recolección de leguminosas forrajeras nativas en el trópico de México. *Pasturas Trop. Bol.* 9(1):21-26.
- Pitty, N.; Rodríguez, M.; y Argel, P. J. [1986]. Evaluación de persistencia y producción de carne de varias asociaciones de especies forrajeras tropicales. En: Pizarro, E. A. (ed.). *Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1982-1985; tercera reunión de la RIEPT, octubre 1985.* 2 vols. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Vol. 2, p. 1059-1062.
- Portugal G., A.; Garza Treviño, R.; de León, E. R.; y Molina, Z. I. 1977. Explotación de pastoreo de ganado productor de leche en clima tropical. En: *Memorias de la XIV reunión anual. Sección Trópico*, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (INIP), Jalapa, Veracruz, México. 49 p.
- Prado A., V. Ml. 1983. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Isidro, Costa Rica. En: Pizarro, E. A. (ed.). *Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1979-1982; segunda reunión de la RIEPT, septiembre 1982.* Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 275-284.
- Quintero, J. y Rodríguez, M. 1983. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en El Chepo, Panamá. En: Pizarro, E. A. (ed.). *Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1979-1982; segunda reunión de la RIEPT, septiembre 1982.* Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 117-122.
- Ramos, S. A. 1985. Aportaciones del programa de forrajes en las zonas cálido húmedas de México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Ciudad de México, México. 38 p.
- Reid, R. 1983. Pasture plant collecting in Mexico with emphasis on legumes for dry regions. *Aust. Plant Introd. Rev.* 15(2):1-11.

- Sánchez, D. A. 1968. Leguminosas y zacates forrajeros potenciales para las zonas cálidas de México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), Ciudad de México, México. 36 p.
- Schultze-Kraft, R. y Keller-Grein, G. 1985. Testing new *Centrosema* germplasm for acid soils. *Trop. Grassl.* 19(4):171-180.
- Standley, P. C. y Steyermark, J. A. 1946. Flora of Guatemala, part V: Leguminosae. Fieldiana [series]: Botany, vol. 24, part V. Chicago Natural History Museum, Chicago, IL, E.U. p. 1-367.
- Taylor, A. S. 1976. Las leguminosas herbáceas y arbustivas de Panamá. Editorial Universitaria, Panamá. 62 p.
- Toledo, J. M. y Schultze-Kraft, R. 1982. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. En: Toledo, J. (ed.). Manual para la evaluación agronómica: Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 91-110.
- Urrutia R., V. M. 1972. Effects of lime, phosphorus, and other nutrients applied to tropical soils and a Florida Spodosol on growth and mineral composition of forage legumes. Tesis (Ph.D.). University of Florida, Gainesville, FL, E.U. 348 p.
- Valle Aguilar, G. [1986]. Adaptación de gramíneas y leguminosas forrajeras en el litoral atlántico de Honduras. En: Pizarro, E. A. (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1982-1985; tercera reunión de la RIEPT, octubre 1985. 2 vols. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Vol. 2, p. 915-920.
- Velasco Z., M.; Valdés R., M.; González, J. A.; y Meléndez N., F. 1980. Inoculación cruzada de leguminosas forrajeras tropicales con *Rhizobium* spp. nativos del Estado de Tabasco. *Agric. Trop. (México)* 2(2):116-125.