

El agroecosistema módulos de Apure como instrumento para enfrentar la sequía

The agroecosystem modulos the Apure, as an instrument to confront drought

Guillermo René Torres¹

Resumen

De los 18 millones de hectáreas que aproximadamente posee Venezuela en el ecosistema sabana, 5,0 millones han sido identificadas como sabanas inundables o biestacionales, cuya distribución y tipo obedientes a la altura y duración de la lámina de inundación principalmente, conforman sistemas de producción variados que van desde una ganadería trashumante en las sabanas de *Paspalum fasciculatum*, hasta el recién creado agroecosistema conocido como Módulos de Apure, en donde a través del almacenamiento de agua y su manejo hidráulico se ha sucedido el recurso pastizal, hacia especies hidrófitas C3 de mayor producción y calidad, especialmente durante el período de sequía, tales como *Leersia hexandra* e *Hymenachne amplexicaulis*, lo cual unido al incremento de carga animal ha podido ubicar la producción animal en valores cercanos a 70% de preñez y 52 kg de carne/ha/año, con cargas de 0.5-0.6 UA/ha. Sin embargo, al momento, la carencia de desarrollo de programas en investigación - transferencia interdisciplinados que actúen sobre aspectos de hidráulica, suelos vegetación y animal, no ha permitido la total visualización, conocimiento y manejo de las múltiples interacciones que afectan el agroecosistema, perdiendo el país, luego de colocarse como pionero en la recuperación de tierras con problemas de inundación en el trópico, la potencialidad de acelerar la obtención de beneficios sobre una gran inversión que hoy afecta una superficie cercana a las 250.000 ha.

Palabras claves: Sabana inundable, lámina de inundación, sucesión vegetal, *Leersia hexandra*, *Hymenachne amplexicaulis*.

Abstract

Venezuela possesses 18,0 million hectares in the savanna ecosystem of which 5,0 million have been identified as flooding or biseasonal savannas, obedient to the height of the water level and the duration of the floods. In this area there are different farming system which range from the nomadic livestock in the savannas dominated by *Paspalum fasciculatum*, to the

1. Zoot. M.Sc. FONAIAP. Estación Experimental Apure. San Fernando. Apartado 94.

recently created agroecosystem known as the "Módulos de Apure" where due to water storage with improved hydraulic management, it has been achieved to obtain grazing resources with hydrofitic C3 grasses such as *Leersia hexandra* and *Hymenachne amplexicaulis* species, which have a higher production and quality specially during the dry season. Together with higher density of grass level quality has helped to increase animal production toward values close to 70% of pregnancy and 52 kg of meat /ha/yr with stocking rate of 0.5-0.6 UA/ha.

Key words: Flooding savanna, *Leersia hexandra*, *Hymenachne amplexicaulis*.

Antecedentes y Justificación de los Módulos de Apure

El proyecto denominado "Control de aguas y recuperación de tierras en el Estado Apure", nace a raíz de las desastrosas consecuencias de la inundación acaecida en el año 1967 en el mencionado Estado, con el objeto de almacenar grandes volúmenes de agua en el Alto Apure y consecuentemente disminuir los volúmenes hídricos del Bajo Apure (12). Hoy se reconoce este objetivo como imposible de lograr.

La infraestructura implementada para tal fin se estableció al combinar el arreglo de diques reguladores de escorrentía, perpendiculares a éstas, más un conjunto de diques paralelos a los principales caños y ríos, y una compuerta de regulación del volumen de agua almacenada, con cuyo producto se constituye una red de celdas dependientes y concatenadas, que integran áreas de sabana con superficie variable entre 3.000 y 6.000 ha. del tipo denominado Banco, Bajío y Estero (17, 18). Así, el agroecosistema brinda la posibilidad de almacenar un volumen hídrico regu-

lable mediante una estructura de drenaje, que permite la reserva de agua para abreviar los animales y una humedad en el suelo capaz de garantizar una producción forrajera durante el período de sequía, aunado a su vez, al surgimiento de un microclima propicio para la proliferación y dominancia de especies hidrófitas de alto valor forrajero como son *L. hexandra* e *H. amplexicaulis*, sobre la parte afectada por lámina de inundación; mientras que en las posiciones indirectamente afectadas por la inundación proliferan especies de moderado valor forrajero como son: *Panicum laxum* y *Paspalum chaffanjonii* en codominancia con *L. hexandra*. Estos cambios logrados en cantidad y calidad de la pastura, han permitido un incremento de la carga animal cercano a 600 % al comparar las sabanas moduladas y sucesionadas, contra sabanas no moduladas (1, 26, 32)

Ubicación de los Módulos de Apure

El proyecto está ubicado en un paisaje de llanura biestacional entre los ríos Apure y Arauca en sentido Norte-Sur y las poblaciones de

El Samán de Apure y Palmarito en el eje Este-Oeste, con centro geográfico cercano a la población de Mantecal (7° 35' L.N. y 69° 10' L.O.). Climáticamente la zona se caracteriza por un período seco y otro lluvioso netamente marcado, sin mayores oscilaciones de la temperatura media anual (26, 7° C) y concentración de precipitación en 92% entre los meses de Abril a Octubre, resultando 5 meses de fuerte déficit hídrico (Cuadro 1).

Los suelos existentes son fuertemente ácidos y de muy baja fertilidad natural, (Cuadro 2), con preponderancia de los órdenes Ultisol y Entisol, y en menor proporción Inceptisol, Alfisol y Vertisol (4, 19); ocurriendo dos grandes paisajes de llanura aluvial, siendo identificados como: Antiguo (al Oeste de Mantecal) y Sub-reciente (al Este de la misma población), (15); predominando en el Antiguo suelo de avanzado desarrollo pedogenético con Plintita a poca profundidad y posición geomorfológica predominante de cubetas de desborde (Bajíos); mientras que en la llanura Sub-reciente predominan suelos de moderado desarrollo pedogenético y son evidentes las posiciones geomorfológicas de brazos deltaicos, napas (Bancos), cubetas de desborde y cubetas de decantación (Esteros). Estos dos paisajes de llanura aluvial, Ramia (16) los ha denominado respectivamente, Paisaje Las Palmeras, donde predominan médanos y deposiciones del Pleistoceno Inferior, con representación en los sectores modulados de la Chichi-

tera y El Rosero; y Paisaje Mantecal, donde existen médanos en menor cuantía y deposiciones del Holoceno Inferior, sobre las del Pleistoceno Inferior, con representación en los módulos adyacentes a la población de Mantecal.

Vegetación de Sabanas Moduladas

Las ventajas de la modulación de sabanas, está directamente relacionada a la factibilidad de realización de un buen manejo hidráulico, para brindar la posibilidad de utilización de la vegetación existente en las partes altas del módulo durante el período de lluvias, las partes medias durante los períodos de entradas y salidas de lluvias, y las partes bajas durante el período de sequía; así a semejanza de una microcuenca el manejo hidráulico ha de aportar: 1) una altura de lámina de inundación no mayor de 100 cm., que propicie el establecimiento (sucesión) y mantenimiento de una vegetación hidrófita deseable; 2) una superficie a inundar (aproximadamente 50%), que permita cubrir los requerimientos de los animales en zonas no inundadas, durante el período de fuertes lluvias; y 3) garantizar durante el período de sequía suficiente humedad en el suelo para propiciar un rebrote forrajero, luego de las pérdidas de agua por drenaje y evaporación. Ello se ha demostrado que es posible realizar y al considerar los balances de entradas y salidas de elementos como grado de estabilidad del agroecosistema, López-Hernández et al (9, 10), establecen un balance neto negativo

Cuadro 1. Balance hídrico para la población de Mantecal, Estado Apure. Años 1970 - 1992 (mm)

Parámetro	Meses												TOTAL
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Precipitación	4	5	26	116	210	252	308	272	162	142	82	16	1595
ETP	200	223	260	188	126	108	110	113	116	124	134	162	1864
Almacenamiento	0	0	0	0	84	100	100	100	100	100	48	0	-
Exceso	0	0	0	0	0	128	198	159	46	18	0	0	549
Déficit	196	218	234	72	0	0	0	0	0	0	0	98	818

Nota: ETP = Evapotranspiración = Evaporación x 0.8

Fuente: MARNR. Cálculos propios

Cuadro 2. Algunas características de los suelos que conforman sabanas inundables en Venezuela, excluyendo el Delta del Orinoco. Horizontes sobre los 45 cm de profundidad

Posición									
Fisiográfica	Textura	Arena %	Arcilla %	P	Ca	K	NO ₃	MO (%)	pH
Sabanas del Bajo Apure (<i>Paspalum fasciculatum</i>)									
Esteros	Ac.	13	59	M	A	A	A	3.55	5.3
Bajíos	Ac.	14	47	M	A	M	A	2.93	5.5
Bancos	FACAr.	48	28	M	A	B	M	1.98	5.6
Sabanas del Alto Apure (Módulo de Mantecal)									
Esteros	Ac.	21	48	A	B	M	M	4.29	4.7
Bajíos	FACL.	10	30	M	B	M	M	3.04	4.8
Bancos	FL.	26	20	M	B	M	A	2.63	4.5
Sabanas al Oeste de Mantecal (Chichitera - Rosero)									
Esteros	FAR.	54	19	MB	MB	B	B	1.93	4.2
Asociación									
Bajío-Medano	FAR.	70	16	MB	MB	B	B	1.28	4.2
Bancos	FACAr.	52	23	B	MB	B	B	1.50	4.3

Abreviaciones:

A = Alto, M = Medio, B = Bajo, MB = Muy Bajo, Ac = Arcilloso, FACAr = Franco - arcilloso - arenoso, FACL = Franco - arcilloso - limoso, FL = Franco - limoso, FAR = Franco - Arenoso.

Tomado de: Torres (27)

(Na: - 4.06; K: - 10.14; Mg: - 6.65; P: - 0.40; Zn: + 0.39 y Cu: + 0.17 Kg/ha/año), que no difiere grandemente de lo generalmente reportado por la literatura universal y adjudicable a meteorización, señalan los autores indicados: "los valores registrados tampoco fueron excepcionalmente altos lo que sugiere, que el experimento de modulación no causa una perturbación notable del ecosistema, ubicándose estas tasas de salida en el ámbito de las

correspondientes a los ecosistemas forestales no perturbados".

El efecto beneficioso del manejo hidráulico sobre la producción primaria de sabanas moduladas al compararlas con sabanas no moduladas dentro de un mismo paisaje está ampliamente comprobado, encontrándose incrementos de 7 a 14 ton/ha/año (5).

Luego que, al modular la sabana, la distribución de las especies no forman patrones que puedan defi-

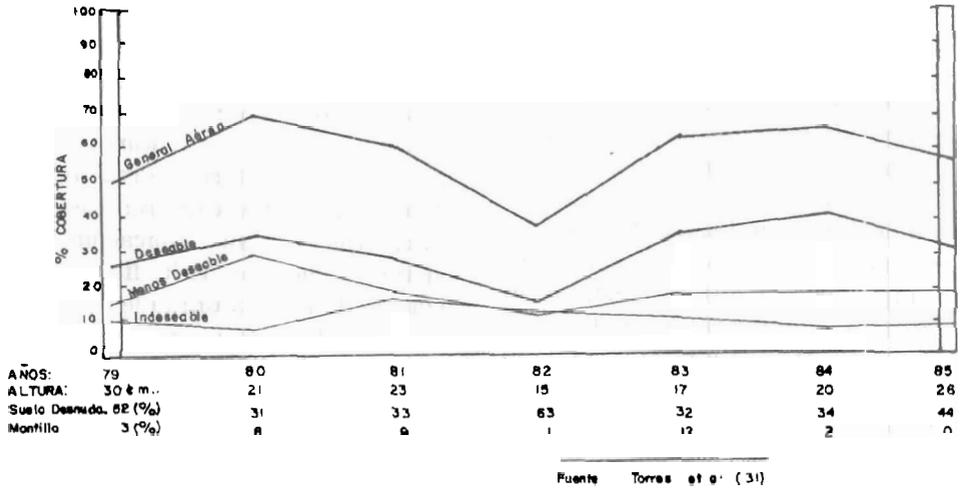
nirse como vegetación de Banco, Bajío y Estero, sino por el contrario adoptan una disposición de "continuum" a lo largo del gradiente (7, 8, 13), donde la lámina de inundación y el contenido de humedad en el suelos aparentemente, son los parámetros de mayor efecto sobre esta distribución y conforman así una vegetación con una estructura mucho más plástica y más manejable a través de factores antrópicos.

Según Ramia (16), dos especies altamente deseables y dominantes de la vegetación tipo de sabanas moduladas, como son *L. hexandra* y *P. laxum*, presentan una distribución no obediente a niveles diferenciales de fósforo, potasio, calcio y materia orgánica en el suelo superficial, mientras que *H. amplexicaulis* obedece parcialmente. Esta situación de aparente baja demanda de nutrientes de estas especies y el señalamiento del factor hídrico como parámetro de mayor efecto, hacen pensar que las posibilidades de extrapolación del sistema modular son significativamente ciertas para una amplia superficie de sabanas biestacionales en Venezuela y el Trópico. Así se ha señalado (30, 31), que la lenta sucesión de la vegetación del sector modulado de La chichitera y El Rosero, al Oeste de Mantecal, sobre suelos de muy avanzado desarrollo pedogénico (Gráficos 1 y 2), es en parte determinada por cuatro grandes factores adversos: el deficiente manejo hidráulico, el pastoreo continuo, el sobre pastoreo y la quema indiscriminada, la cual destruye el mantillo

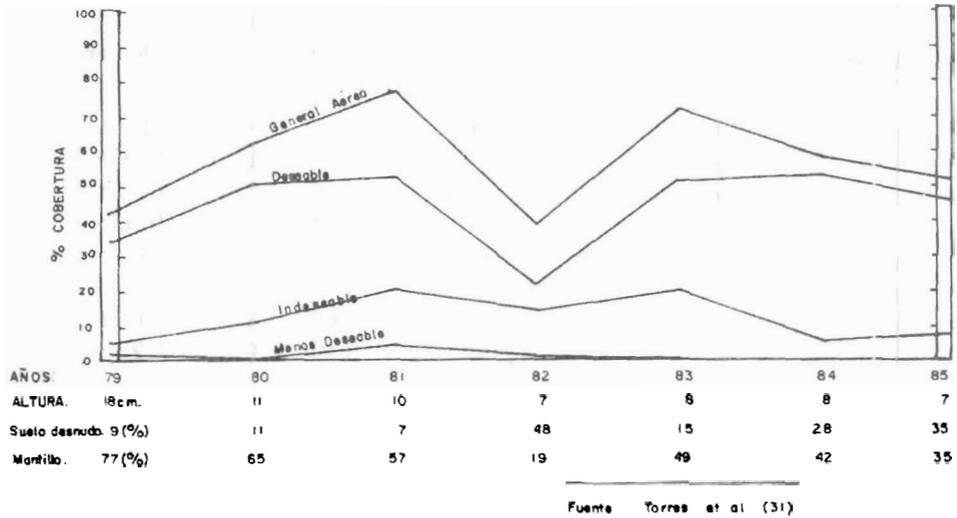
acumulado, sosten del 55% de las raíces de *H. amplexicaulis* y *L. hexandra* (2, 3), aunado a la pérdida importante de nutrientes en un suelo extremadamente pobre.

El seguimiento y evaluación de la vegetación de sabanas moduladas se inicia con el estudio ecológico del Módulo Experimental de Mantecal (MEM)(17); luego de la formación del módulo en 1971, en cuya superficie Gil *et al.*, (6), señalan una rápida sucesión de la vegetación hacia especies hidrófitas tales como: *H. amplexicaulis* y *L. hexandra*.

La evaluación de la vegetación del MEM (28, 30) ha señalado que las zonas altas (utilizadas en período de lluvias), presentan tres especies de real importancia: *P. laxum*, *P. chaffanjonii* y *L. hexandra*, con producción de MS/ha/período de 4.996 Kg; las zonas medias (utilizadas en las transiciones lluvia-sequía) están codominadas por *P. laxum* y *L. hexandra*, con producción de 7.850 Kg. y las partes bajas (utilizadas en período de sequía), por *H. amplexicaulis* y *L. hexandra*, con producción de 4.416 Kg. de MS/ha/período, cuando las evaluaciones fueron realizadas en los meses de junio, agosto y febrero, respectivamente. Así, el diferimiento en la utilización de la vegetación brinda la posibilidad de obtener cerca de 17 Tn. de MS/ha/año, valor coincidente a lo señalado por Entrena (5) de 14 Tn/ha/año y por Tejos (2) de 5.922 Kg de MS/ha en Banco; 2.768 para Bajío (20) y 6.975 para Esteros (22).



Gráfica 1. Sucesión de la vegetación de la parte no afectada por inundación de los módulos de La Chichitera y El Rosero, evaluados durante el mes de Febrero,



Gráfica 2. Sucesión de la vegetación de la parte afectada por inundación de los módulos de La Chichitera y El Rosero, evaluados durante el mes de Febrero.

El análisis del valor nutritivo de las comunidades de especies dominantes en sabanas moduladas (Cuadro 3), ha establecido altos índices proteicos y de digestibilidad, comparativamente con los comúnmente reportados para sabanas altas o estacionales y sus tenores de minerales no indican deficiencia de potasio, magnesio, sodio, zinc ni manganeso. El fósforo, calcio y en extremo el cobre presentan deficiencias en las ofertas del Banco, el Bajío y el Estero, a excepción del fósforo en el estero, donde existen niveles tóxicos de hierro, en especial durante el período de sequía (25).

Manejo y utilización de Sabanas Moduladas

La tendencia del comportamiento al pastoreo de rebaños experimentales pertenecientes al MEM sometidos a pastoreo continuo y pastoreo diferido según época climática, establece diferencias significativas en su ubicación al pastoreo, selección de la dieta y utilización de las comunidades vegetales disponibles a pastorear (24). Así, los animales bajo pastoreo continuo y por ende de libre selección de los sitios a utilizar, mostraron concentración en bancos cuando los esteros presentaron limitaciones de accesibilidad por alta lámina de inun-

Cuadro 3. Valor nutritivo del recurso pastura de una sabana modulada.

Parámetro	Fisiografía		
	Banco	Bajío	Esteros
Digestibilidad MS (%)	39.9 ± 6.4	45.0 ± 5.9	51.6 ± 8.0
Proteína Cruda (%)	7.9 ± 3.5	8.1 ± 3.1	10.8 ± 5.0
Fibra Neutro Detergente (%)	74.6 ± 4.0	72.8 ± 3.5	72.0 ± 5.3
Fibra Acido Detergente (%)	50.7 ± 3.7	50.4 ± 2.5	46.6 ± 4.8
Celulosa (%)	31.0 ± 2.5	28.8 ± 2.2	28.8 ± 4.4
Hemicelulosa (%)	23.9 ± 2.2	22.4 ± 3.3	25.3 ± 1.6
Lignina (%)	11.3 ± 1.7	9.7 ± 1.4	10.2 ± 1.9
Fósforo (%)	0.13 ± 0.03	0.12 ± 0.03	0.22 ± 0.03
Calcio (%)	0.17 ± 0.03	0.17 ± 0.04	0.15 ± 0.05
Potasio (%)	0.79 ± 0.42	0.79 ± 0.24	1.82 ± 0.58
Magnesio (%)	0.19 ± 0.04	0.16 ± 0.03	0.15 ± 0.03
Sodio (ppm)	763 ± 208	756 ± 166	1100 ± 322
Zinc (ppm)	40 ± 14	52 ± 17	53 ± 17
Manganeso (ppm)	410 ± 165	321 ± 154	189 ± 83
Hierro (ppm)	302 ± 94	698 ± 151	2003 ± 1151
Cobre (ppm)	0.54 ± 0.07	0.55 ± 0.07	0.57 ± 0.10

dación, e inmediatamente disminuido este problema, se traslada a la fisiografía de estero, sin dejar de hacer uso del banco, y con una subutilización marcada de las unidades de bajíos. Ello se mantiene hasta que el sobre uso de los esteros determina la disminución de su capacidad de sustentación, recién entrada la sequía, y los animales durante este período crítico tienen necesidad de redistribuirse y pastorear en fisiografías poco utilizadas hasta el momento como son los bancos y bajíos, cuando la oferta forrajera presente de las mismas no es más que un heno en pie de mala calidad. Esta altísima mayor preferencia de utilización de los esteros, está en función de su cobertura herbácea constituida por *H. amplexicaulis* y *L. hexandra*, especies de mayor calidad forrajera comparativamente con el resto de las otras disponibles, lo que corrobora la importante influencia en la distribución del ganado a libre pastoreo en pastizales naturales, de la preferencia ante particulares comunidades vegetales (Cuadro 4).

El rebaño sometido a pastoreo diferido en función de la superficie que les fueron permitidas pastorear, la proporción de comunidades existentes en las mismas y la interrelación de los factores de disponibilidad, hicieron uso mayoritario de los bajíos durante el período de lluvias, comportamiento que se explica por la disponibilidad de otras fisiografías y accesibilidad a los esteros, como consecuencia de un manejo que permite diferir y conservar

los esteros, para ser utilizados preponderantemente durante los meses de sequía, mientras que los bancos fueron utilizados estratégicamente casi todo el año (24), obligando al animal a realizar una selección sobre las especies de peor calidad, en los momentos que las mismas poseen su mayor valor nutritivo (período lluvioso), con lo cual se logra una mejor utilización del recurso forrajero disponible y se brinda la factibilidad de una selección de dieta durante el período crítico de sequía, con mucha más participación de las especies de mejor calidad de los esteros (27).

En la figura 1, se idealiza una superficie modulada, al considerar que las características de las comunidades vegetales, tanto cualitativas como cuantitativas, y su disponibilidad (accesibilidad y aceptabilidad), determinan los patrones de movimiento animal, su selección y por extensión la utilización mejor o peor de la vegetación.

Producción Animal de Sabanas Moduladas

La ventaja de la modulación de sabana sobre la productividad primaria se refleja significativamente sobre la productividad secundaria (Cuadros 5 y 6), aún cuando es necesario y factible mejorar los índices zootécnicos señalados.

A tal efecto, se recomienda la implementación de prácticas y tecnologías tendientes a incrementar la efectividad del manejo de la sabana y disminuir los efectos estresantes

Cuadro 4. Análisis de X^2 para selección de dieta en las principales especies de los tratamientos de pastoreo continuo (PC) y pastoreo diferido (PD) del Módulo Experimental de Mantecal.

Especie	MESES												General	PC	\bar{X} FAM PD
	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun			
<i>Hymenachne</i>	90 PC	95 PC	90 PC	90 PC				95 PD	95 PD	95 PD			99 PC	59.33	59.25
<i>amplexicaulis</i>	3.06	5.38	3.10	3.56				5.48	5.73	4.48			32.96		
<i>Leersia</i>		99 PC	99 PC				99 PD	95 PD					99 PD	44.42	56.25
<i>hexandra</i>		9.75	7.63				30.71	5.17					58.36		
<i>Panicum</i>		99 PD	95 PD		95 PD		99 PC			95 PC			99 PC	46.92	38.25
<i>Laxum</i>		6.84	5.82		4.45		6.74			4.34			33.22		
<i>Paspalum</i>		90 PD	95 PD				99 PC						99 PD	21.67	25.67
<i>chaffanjonii</i>		3.03	4.5				11.14						25.46		
Otras			90 PD	90 PD			95 PC		90 PC				95 PC	22.67	17.25
Especies			3.44	2.78			5.99		2.74				21.39		

Notas: \bar{X} FAM = \bar{X} Frecuencia Absoluta Mensual
90, 95 y 99 = Nivel de significancia favoreciente a las siglas del tratamiento que lo acompañan
Otros valores numéricos = X^2 calculados

Fuente: Torres *et al* (24)

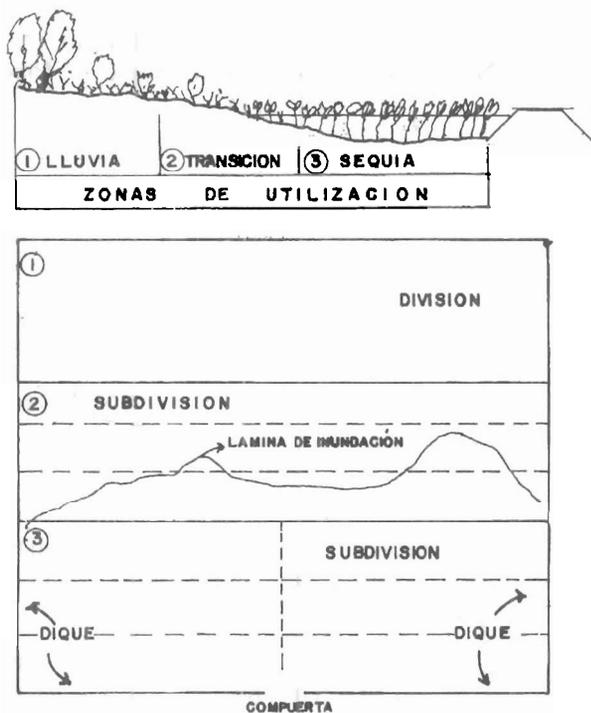


Figura 1. Idealización de una sabana modulado

Cuadro 5. Comparación de productividad entre una sabana modulado sometida a manejo racional y la sabana natural sometida a manejo tradicional.

Indice	Sabana	
	Modulada	No Modulada
Eficiencia reproductiva %	64.0	36.0
Mortalidad de adultos %	1.7	4.0
Mortalidad de Jóvenes %	3.0	14.0
Tasa de extracción %	19.0	11.6
Productividad secundaria *	53 Kg	20 Kg
Carga animal Ha/UA	2.9	10.0

* Kg/carne/ha/año

Fuente: Medina (11)

Cuadro 6. Índices Zootécnicos de bovinos del Módulo "Fernando Corrales". UNELLEZ. Sector Chichitera - Rosero. Edo. Apure

Peso al nacer	27.9 Kg
Peso al destete	122.3 Kg
Peso ajustado a 205 días	114.0 Kg
Peso a 24 meses	301.0 Kg
Ganancia nacimiento- 24 meses	414 gr/anim/día
Carga animal	0.28 UA/ha/año
Productividad	43 Kg carne/ha/año

Fuente: Morales (14)

de prácticas zootécnicas necesarias realizar, tales como establecimiento de pasturas introducidas para animales destetados, suplementación mineral, subdivisión de rebaños, etc. (23).

Así, el establecimiento de un método de pastoreo diferido, luego de no propiciar una sucesión regresiva del recurso pastizal de la sabana (23), induce considerables mejoras en los índices zootécnicos de sabanas moduladas (Cuadro 7), al lograrse una menor dependencia de la ganancia de peso del animal del balance hídrico, al establecerse un coeficiente de correlación entre el peso acumulado y el déficit hídrico del orden de -0.74 para el método de pastoreo continuo (PC) y de -0.49 para el pastoreo diferido (PD). Por el contrario, se establecen altos coeficientes de correlación entre los índices de calidad de la pastura y ganancia de peso, así para proteína cruda se obtienen 0.92 y 0.83 para PC y PD, respectivamente; y para

digestibilidad de la materia seca 0.69 y 0.80, en el mismo orden de tratamientos (29).

Este estrecho vínculo de la ganancia de peso y los parámetros nutricionales de la pastura, quedan corroborados ante coeficientes de correlación entre ganancia de peso y frecuencia de selección de *H. amplexicaulis* y *L. hexandra* (como especies de mejor calidad), en orden de 0.68 y 0.58; y ante selección de *P. laxum* (como especie de menor preferencia) de -0.79 y -0.63, para tratamientos de PC y PD, respectivamente; y por la correlación entre peso acumulado y ubicación de pastoreo en esteros de 0.55 para PC y de 0.72 para PD. Por lo tanto, el análisis anterior permite señalar que las mayores y más rápidas pérdidas de peso acumulado observadas en animales bajo pastoreo continuo, obedecen a la disminución de sustentación de la fisiografía de estero, ante su reiterado sobre uso previo al mes de enero, lo que conlleva a la

Cuadro 7. Parámetros zootécnicos obtenidos bajo diferentes sistemas de producción en sabanas del Módulo Experimental de Mantecal. (Carga Animal: 0.5 - 0.6 UA/ha/año).

Métodos de pastoreo		
	Continuo	Diferido
Preñez (%)	52	56
Peso Nacer (Kg)	25.6	25.6
Peso destete (Kg)	139	147
Ganancia de peso (Kg/a)	82	93
Preñez (%)	38	61
Peso Nacer (Kg)	27.3	25.8
Notas:	a = Valores promedio de 8 años de investigación. b = Valores promedio de 4 años de investigación. c = Valores de mitad de temporada de monta año 93 d = Valores correspondientes al año '93.	

Fuente: Torres et al (Avances de resultados).

disminución de participación en la dieta animal de las especies *H. amplexicaulis* y *L. hexandra*, y por el contrario incrementos progresivos

de especies como *P. laxum*, *P. chafanjonii* y otras, de muy baja calidad debido a la sequía (29).

Conclusión

El agroecosistema Módulos de Apure brinda la posibilidad de disminuir progresivamente la dependencia de la producción animal de los efectos de la sequía, al sucesionar la vegetación hacia comunidades tipo Estero, presentándose como una

tecnología factible de extrapolar a una amplia superficie de sabana inundable de Venezuela y el Trópico, y ubicarse como una de las máximas expresiones de procesos de producción agrícola sustentables desarrollados en el país.

Literatura citada

1. Briceño, M. y D.H. López, 1980. Balance anual preliminar de algunos elementos esenciales en el Módulo Experimental de Mantecal. Estado Apure. Acta Científica Venezolana. 31: 438 - 443.
2. Bulla, L., R. Miranda, y J. Pacheco. 1980. Producción, descomposición, flujo de materia orgánica y diversidad en una sabana de banco del Módulo Experimental de Mantecal. (Edo Apure, Venezuela). Acta Científica Venezolana. 31: 331 - 338.
3. Bulla, L., J. Pacheco y R. Miranda. 1980. Ciclo estacional de la biomasa verde, muerta y raíces en una sabana inundable de estero en Mantecal (Venezuela). Acta Científica Venezolana. 31: 339 - 344.
4. Comerma J. y O. Luque. 1971. Los principales suelos y paisajes del Estado Apure. Agronomía Tropical. 21: 379 - 396.
5. Entrena, I. 1976. Estudio comparativo de la biomasa aérea, producción primaria aérea neta y composición florística a lo largo de un gradiente microtopográfico en un área del Módulo Experimental de Mantecal. (Alto Apure). Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias (Tesis). Caracas.
6. Gil Beroez, R., L. González, S. Fariñas y M. Rodríguez. 1980. Módulo Experimental de Mantecal. Estado Apure. En: Investigaciones en los Módulos de Apure. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. San Fernando de Apure. Memorias (Resumen).
7. Gómez, S. 1977. Zonación y dinámica de la vegetación en una sabana natural inundable de la región de Mantecal. (Alto Apure). Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. (Tesis). Caracas.
8. González, V. 1980. Zonación y dinámica de vegetación en una sabana inundable de la región de Mantecal. Estado Apure. En: Investigaciones en los Módulos de Apure. CONICIT. San Fernando de Apure. Memorias. (Resumen).
9. López-Hernández, D., M. Sosa, M. Niño y L. Yánez. 1986. Balance de elementos en una sabana inundable. (Módulo Experimental de Mantecal, Edo. Apure. I. Entradas y salidas de materiales. Acta Científica Venezolana. 37: 174 - 181.
10. López-Hernández, D., M. Niño M. Sosa, y M. García y F. Tovar. 1986. Balance de elementos en una sabana inundable. (Módulo Experimental de Mantecal, Edo. Apure. Venezuela). II. Balance de entradas y salidas. Acta Científica Venezolana. 37: 182 - 184.
11. Medina, H. 1987. La infraestructura física en la transformación de la sabana con fines de producción y productividad. II Congreso Venezolano de Ingeniería Agrícola. ULA (Núcleo Rafael Rangel) Trujillo. 31p.
12. Ministerio de Obras Públicas. 1968. Dirección General de Recursos Hidráulicos. Bases para el desarrollo de un plan de control de aguas y recuperación de tierras en el Estado Apure. Caracas. Venezuela.
13. Monsalve, J. 1979. Efecto de la construcción de diques en la dinámica, composición florística y ciertas propiedades edáficas de una sabana de la región de Mantecal. Estado Apure. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias (Tesis).
14. Morales, F. 1989. Crecimiento de un rebano mestizo cebú en un sistema de producción bajo condiciones de sabanas moduladas en Apure. Rev. Cien. Tecn. UNELLEZ. 7: (1 y 2): 13 - 17.
15. Perez, J., A. Corzo, J. Gómez, M. Larraeal y T. Valeiro. 1980. Estudio de suelo preliminar del polígono de expropiación de Módulos de Apure, sectores Este y Oeste. Estado Apure. Ministerio de Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Series Informes Científicos. Zona 3. IC.27.
16. Ramia, M. 1980. Relaciones geomorfología-suelo-vegetación en el Alto Apure. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. (Trabajo de ascenso), Caracas.

17. Ramia, M. 1974. Estudio ecológico del Módulo Experimental de Mantecal. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales. 31: 117 - 142.
18. Ramia, M. 1967. Tipos de sabanas en los llanos de Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales. 27: 264 - 288.
19. Scharger, R. y R. González. 1973. Estudio agroecológico preliminar. Sectores Bruzual-Mantecal. Ministerio de Obras Públicas. División de Edafología. Caracas, Venezuela.
20. Tejos, R. 1979. Efecto del potasio y azufre sobre la Producción de forraje de una sabana inundable. Agron. Trop. 29: 477 - 490
21. Tejos, R. 1979. Efecto del potasio y azufre sobre el pastizal nativo de una sabana. I. Producción, contenido de materia seca y composición botánica. Agron. Trop. 29: 503 - 516.
22. Tejos, R. 1978. Efecto de la edad sobre el rendimiento del pasto Paja de Agua (*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Ness.) de una sabana inundable. Agron. Trop. 28: 613 - 626.
23. Torres, R. 1993. Manejo de las sabanas venezolanas. Problemática y perspectivas. En: III Curso de producción e investigación en pastos tropicales y I Simposium sobre leguminosas forrajeras arboreas. Universidad del Zulia. Maracaibo. 40p. (En prensa).
24. Torres, R., E. Chacón, F. Chacín, E. García, N. Pérez y M. Terán. 1991. Patrones de utilización de la vegetación de sabanas moduladas por bovinos a pastoreo. IV. Comportamiento Animal. Zoot. Trop. IX: 71 - 88
25. Torres, R., E. Chacón, E. García, E. Terán y N. Pérez y M. Terán. 1990. Patrones de utilización de la vegetación de sabanas moduladas por bovinos a pastoreo. III. Valornutritivo del recurso pastura. Zoot. Trop. VIII: 3 - 16
26. Torres, R. 1987. El recurso forrajero y su manejo en la sabana inundable. En: III Curso sobre Bovinos de Carne. Fac.Cien. Vet. (UCV). 133 - 154
27. Torres, R. E. Chacón, J. Berroterán, O. Rodríguez, M. Terán, N. Pérez y E. García. 1987. Patrones de utilización de la vegetación de sabanas moduladas por bovinos a pastoreo. I. Descripción del área experimental. Zoot. Trop. V: 95 - 112
28. Torres, R. 1986. Patrones de utilización de la vegetación de sabanas moduladas por bovinos de carne a. Universidad Central de Venezuela. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. (Tesis M.Sc.). Maracay. 159p.
29. Torres, R., H. Burgos y J. Ascanio. 1993. Integración de información generada sobre manejo y utilización del agroecosistema Módulos de Apure. En: Jornadas de Trabajos en Bovinos de Carne. FONAIAP. Est. Exp. Calabozo, Guárico. Memorias.
30. Torres, R., C. Hernández, M. Terán, N. Pérez, E. García y A. León 1983. Cambios en la vegetación de sabana por efecto de diques. II. Módulos de La Chichitera y El Rosero. Estado Apure. III Congreso Venezolano de Zootecnia. San Cristóbal. Memorias (Resumen).
31. Torres R. 1979. Situación actual y potencial del rubro pastizal en la Región de los Llanos Centrales. FONAIAP. Est.Exp. Calabozo. p.53 (Mimeo).