

Universidad de Los Andes
Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales
Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado

EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL MODELO EPIC

Rafael Rojas, Ph.D¹

Introducción.

El Modelo EPIC (Erosion Productivity Impact Calculator) fue desarrollado por Williams (1984) con la finalidad de contar con una herramienta para la determinación de la influencia de las pérdidas de suelo en los procesos productivos. El modelo ha sufrido muchas transformaciones desde su versión inicial y en la actualidad el mismo incluye aspectos de calidad de agua, riego y drenaje. Recientemente se está cambiando el nombre por el de: “Environmental Policy Integrated Climate”.

El modelo EPIC es una herramienta muy útil para la planificación del uso de la tierra y manejo de cuencas. Como el modelo trabaja a escala diaria, proporciona valores muchos más realistas que la USLE y RUSLE a las cuales intenta sustituir. De acuerdo a la información que se ha recopilado, en Venezuela no se ha publicado ningún trabajo sobre el mismo lo que indica que ha sido poco utilizado. Sin embargo, el modelo SWRRB, el cual incluye al EPIC como módulo de erosión y calidad de agua, está siendo utilizado en el país por varios investigadores.

Existe la posibilidad de que en el futuro el modelo se popularice y sea utilizado extensivamente. Si esa premisa se cumple, es necesario realizar una evaluación del modelo con la finalidad de conocer su adaptabilidad a las condiciones tropicales en general y a las venezolanas en particular. Debido a que el modelo fue desarrollado en los Estados Unidos, es de esperar que algunas formulaciones, desarrolladas para climas templados, no funcionen adecuadamente en el trópico con condiciones de climas y suelos diferentes.

Con la finalidad de explorar lo anteriormente dicho, se ha realizado una evaluación preliminar para conocer la respuesta del EPIC en nuestras condiciones. Para ello se ha utilizado la versión 5300 del modelo.

El modelo contiene varios componentes: clima, hidrología, erosión, crecimiento de cultivos, nutrientes, destino de pesticidas, manejo de vegetación y economía. La evaluación antes mencionada se realizó en tres aspectos principales: a) estimación de la evapotranspiración, b) cálculo del factor de erosividad EI30 y c) estimación de la erosión.

¹ Profesor Visitante. Versión de 1999

2. Estimación de la evapotranspiración.

La documentación presentada por Williamns (1995) no explica claramente si la evaporación potencial, E_o , se corresponde con la evaporación de una superficie de agua o con la evapotranspiración potencial. De acuerdo a las famosas “figuras de Pruitt”, en las cuales se comparan varios métodos de estimación de la evapotranspiración, la evaporación del tanque A es la variable que mejor representa la evapotranspiración potencial, para un cultivo de referencia. De la misma manera, Doorembos y Pruitt (1977), establecen nuevamente que la evaporación del tanque A es el mejor método para estimar la evapotranspiración potencial. En Venezuela, López y Mathison (1966) llegaron a la misma conclusión usando un lisímetro en la localidad de Cagua. En este último estudio, se determinó un coeficiente de tanque igual a 0.75 .

Con las premisas anteriores se realizó una evaluación, utilizando un factor de 0.75 para estimar la evapotranspiración potencial, así:

$$E_{tp} = 0.75E_v \quad (1)$$

en donde E_{tp} es la evapotranspiración potencial para el cultivo de referencia y E_v es la evaporación del tanque A.

Para la simulación se utilizó la información del año 1973 de la estación La Cabaña, Edo. Zulia, la cual posee toda la información requerida. Se utilizaron los cuatro métodos del EPIC: Penman-Monteith, Penman, Priestley-Taylor y Hargreaves-Samani. Se utilizó pasto bermuda como cultivo por ser éste el mismo utilizado por Lopez y Mathison, antes mencionados.

El cuadro 1 muestra los resultados de la evaluación. Comparando los resultados obtenidos con los valores para E_{tp} de la ecuación (1), se observa que los métodos de Hargreaves-Samani y Priestly-Taylor sobrestiman la evapotranspiración y los métodos basados en Penman son los que mejor representan ese valor, aun cuando subestiman los valores. La figura 1 es una representación gráfica de los mismos, para datos medidos. Para el caso de los datos generados, el método de Penman-Monteith se acerca bastante a la realidad, por el contrario, los otros métodos sobrestiman la evapotranspiración. La figura 2 muestra los resultados para datos generados.

Los resultados muestran que cuando el cultivo está en pleno desarrollo, el modelo considera la E_{tp} igual a E_o , indiferentemente del método utilizado, indicando que E_o es la evapotranspiración potencial y no la evaporación potencial, como se relata en el documento. El cuadro 2 muestra lo antes indicado para dos métodos.

Las discrepancias en las estimaciones de evapotranspiración implican que hay diferencias en la estimación de la erosión y que cuando se sobrestima la misma, se subestima la erosión y viceversa. El cuadro 1 y la figura 3 muestra lo anterior.

3. Estimación del factor de erosividad EI.

Una de las ventajas del EPIC es que se puede calcular el valor de EI a partir de datos diarios de lluvia. Para evaluar la metodología utilizada, se utilizó la información de un estudio realizado por Pérez (1989) en la cual se contaba con valores diarios de lluvia, I30 y EI30. La ecuación del EPIC es:

$$EI = R[12.1+8.9(\log(r_p) -0.434)](r_{.5})/1000 \quad (2)$$

en donde es el factor de erosividad de la lluvia de USLE, R es la lluvia diaria, r_p es la intensidad máxima de la lluvia y $\alpha_{.5}$ es la relación entre la lluvia de 0.5 horas y la lluvia de 24 horas.

Los resultados demuestran que la metodología es muy efectiva en la estimación de EI. La figura 4 muestra gráficamente los resultados.

4. Estimación de la erosión.

Para realizar esta evaluación se utilizó información de parcelas de erosión para varios estudios: Montesdeoca (1989), Pérez (1989), Páez y Rodríguez (1989, 1995) y Fernández (1995). Aunque la información presentada en esos estudios no contenía toda la información necesaria, los resultados de la simulación fueron bastantes satisfactorios, indicando las bondades del modelo.

Basado en los resultados del punto 2, la simulación se realizó utilizando una modificación del programa a fin de utilizar la evaporación del tanque para simular la evapotranspiración.

El cuadro 3 presenta un resumen de las evaluaciones y la figura 5 muestra gráficamente los mismos. Se puede observar que la USLE subestima la erosión en la mayoría de los casos, especialmente cuando los valores son pequeños. El mejor método parece ser el MUST, seguido por la MUSLE.

Hay que aclarar que los valores diarios simulados discrepan de los valores medidos, sin embargo los valores acumulados son bastante cercanos a la realidad. Lo anterior se explica porque la información no es detallada y los valores de entrada, en especial $\alpha_{.5}$, se entran como valores medios mensuales. Ese resultado es consistente con lo obtenido en la utilización del SWRRB (Finol, 1998).

5. Conclusiones y Recomendaciones.

Los resultados de la evaluación indican que el modelo representa una herramienta muy útil en la planificación del uso de la tierra. En relación a los aspectos evaluados, se ha llegado a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

a) Las ecuaciones de estimación de la evapotranspiración incluidas en el modelo, a excepción de Penman-Monteith, sobrestiman la evapotranspiración y consecuentemente subestiman la erosión.

b) La estimación de la erosividad, EI, a partir de la lluvia diaria es muy buena indicando que la formulación es correcta. Cabe mencionar que es de suma importancia la determinación del factor α_5 .

c) La estimación de la erosión con datos de parcelas de erosión indica que el modelo se comporta adecuadamente. Las discrepancias observadas entre los datos medidos y estimados están entre los rangos aceptables para este tipo de metodología.

d) Se recomienda continuar con la evaluación del modelo incluyendo otros aspectos del mismo así como otras regiones del país.

6. Bibliografía

Autor	año	Título
Christiansen, J.E y G.H. Hargreaves	1970	Irrigation Requirements from Evaporation. International Commission on Irrigation and Drainage. Seventh Congress, R36.
Doorembos, J y W.O Pruitt	1977	Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 24
Fernández, Napoleón	1995	Evaluación de diferentes sistemas de conservación de suelos en tres cultivos hortícolas durante dos ciclos y otras coberturas permanentes. Rev.Fac.Agron. Alcance 47.
Finol R, Seida R	1997	Validación del Modelo Hidrológico SWRRB:Producción de Agua, Sedimentos y precipitación, en la Cuenca del Rio Guasare, Estado Zulia. Tesis M.S, CEFAP, ULA.Venezuela.
López Javier y K. Mathison	1966	Correlación entre la evapotranspiración y la evaporación media con algunos instrumentos. Colegio de Ingenieros de Venezuela. II Jornadas de Riego.
MARNR	SF	Lluvias Extremas de 1,3,6,9,12 y 24 horas de 823 estaciones escogidas. MARNR,

		Venezuela
Montesdeoca, Oscar	1989	Evaluación de Algunas Prácticas Culturales Conservacionistas en Tierras Agrícolas de la Región Andina Venezolana. Tesis M.S, CEFAP, ULA, Mérida, Venezuela.
MOP	SF	Hidroanal 1973. MOP, Venezuela
MOP	1975	Indices Pluvio-Evaporimétricos Normalizados. MOP, Venezuela
MOP	1963	Atlas de Profundidad Duración Frecuencia de Lluvias en Venezuela. MOP, Venezuela
Páez, M.L y O.S.Rodríguez	1989	Factores de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo. Alcance.Revista de la Facultad de Agronomía. No.37: La erosión hídrica, diagnóstico y control.
Páez, M.L y O.S. Rodríguez	1995	Eficiencia de Diferentes sistemas en el Control de la erosión. Rev.Fac.Agron. Alcance 47:13-28.
Pérez, Uriel	1989	Evaluación del efecto de la cobertura del cultivo papa (<i>Solanum tuberosum</i> , L) y el Pasto Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i> , H) sobre la erosión de los suelos bajo practicas agronómicas de manejo comunmente aplicadas en la Region andina venezolana. Tesis M.S. CEFAP, ULA, Mérida.
Rojas, Rafael	1979	Hidrología de Tierras Agrícolas. CIDIAT, Mérida, Venezuela.
Williams, J.R	1996	The EPIC model.US Dep. Of Agriculture. Agricultural Research Service.Grassland, Soil and Water Laboratory.

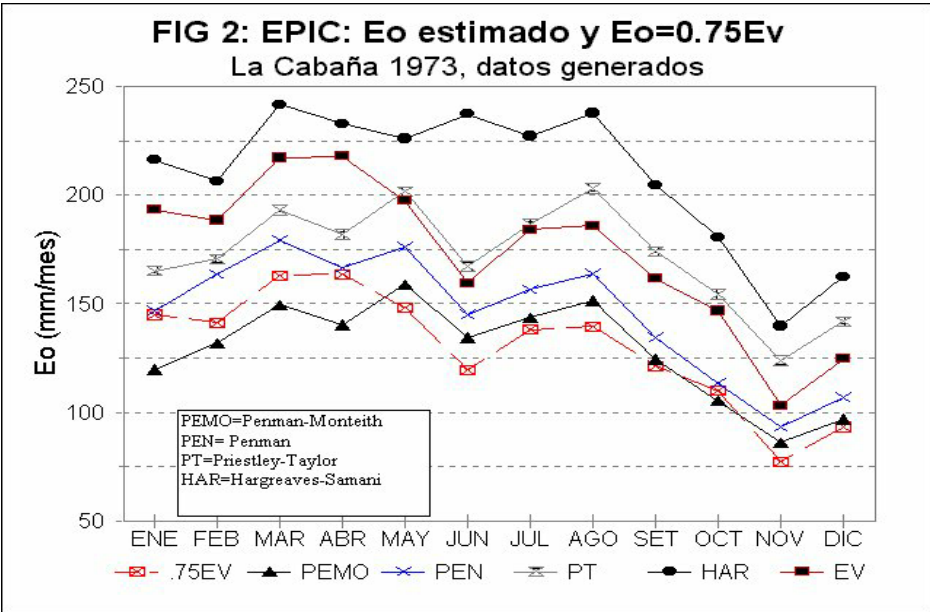
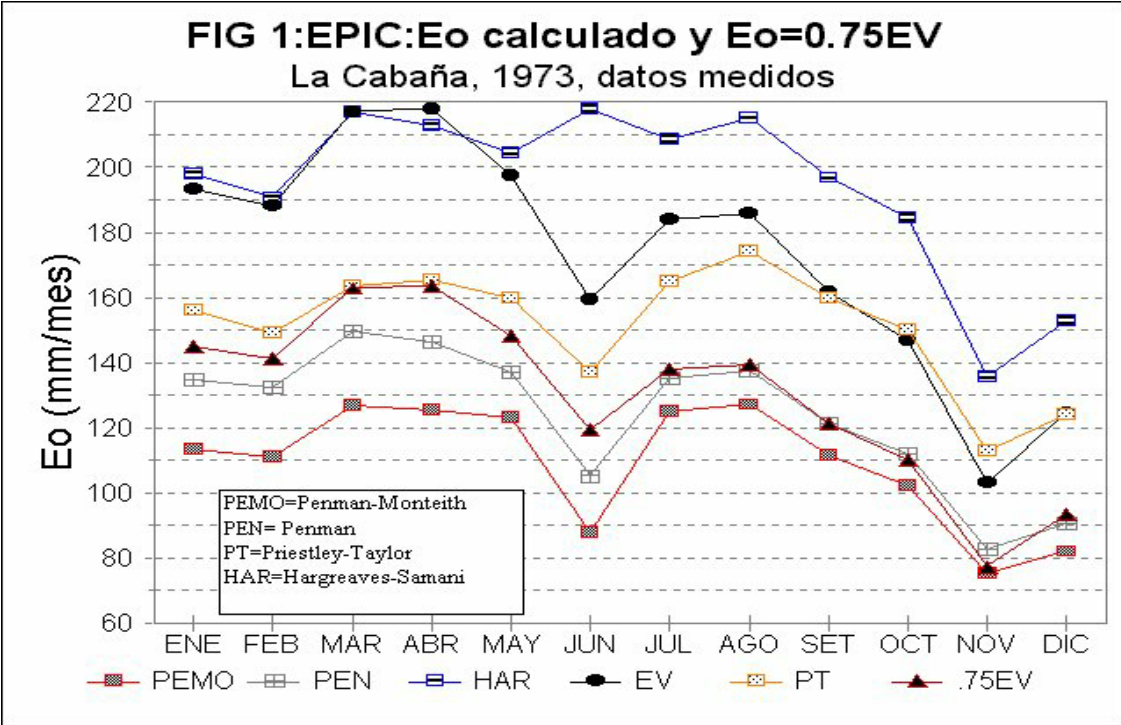
Cuadro 6.1

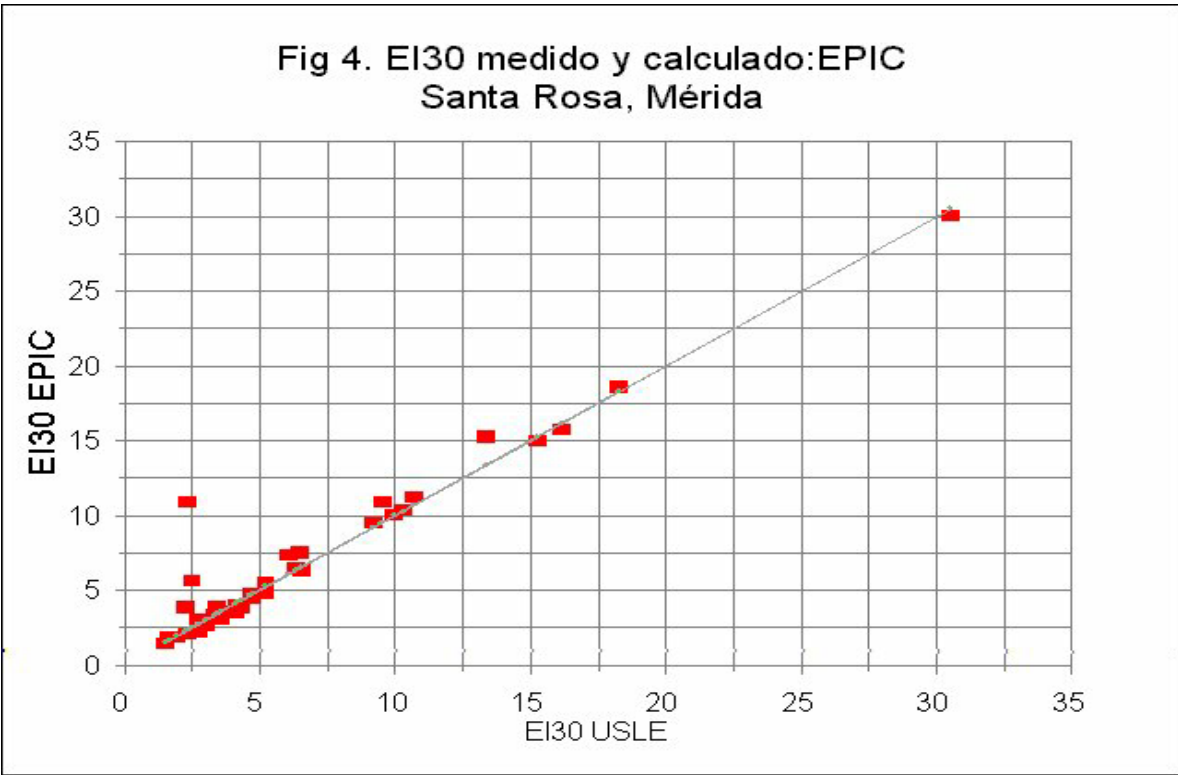
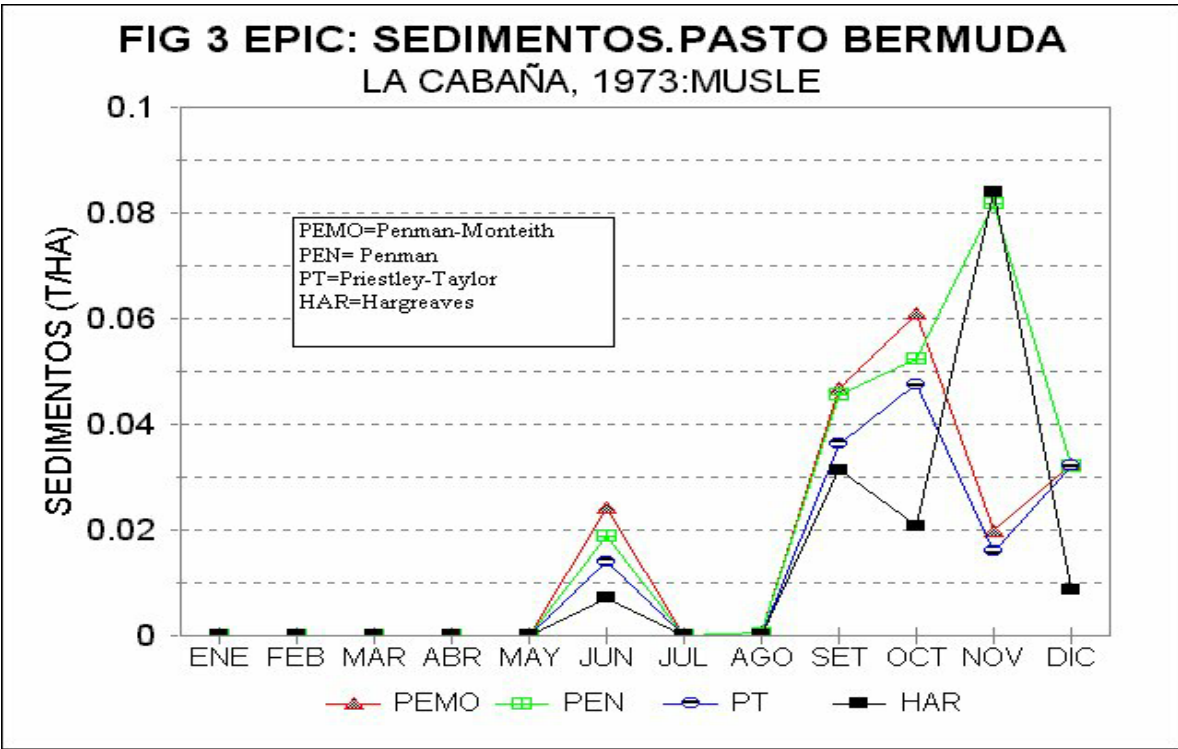
Evaluación del EPIC: Estación La Cabaña: 1973

MES	EVAP		Eo con datos reales				Eo Generado				EROSION MUSLE(t/ha)			
	EV	0.75EV	PEMO	PEN	PT	HAR	PEMO	PEN	PT	HAR	PEMO	PEN	PT	HAR
ENE	193.3	145.0	113.2	134.5	156.1	198.0	119.9	146.8	165.2	216.0	0.000	0.000	0.000	0.000
FEB	188.3	141.2	110.8	132.5	149.3	190.7	131.8	163.6	170.6	206.4	0.000	0.000	0.000	0.000
MAR	217.2	162.9	127.0	149.8	163.4	217.0	149.4	179.2	193.0	241.6	0.000	0.000	0.000	0.000
ABR	217.9	163.4	125.6	146.5	165.6	213.0	140.4	166.6	181.9	232.7	0.000	0.000	0.000	0.000
MAY	197.4	148.1	122.9	136.8	159.9	204.5	158.8	176.0	201.6	225.8	0.000	0.000	0.000	0.000
JUN	159.3	119.5	87.7	105.1	137.2	218.0	134.5	144.9	167.4	237.2	0.024	0.019	0.014	0.007
JUL	184.2	138.2	125.0	135.3	165.1	208.6	143.7	156.5	186.7	227.2	0.000	0.000	0.000	0.000
AGO	185.8	139.4	127.0	137.5	174.2	215.4	151.5	163.9	203.1	237.6	0.001	0.000	0.000	0.000
SET	161.6	121.2	111.3	121.2	159.8	196.8	124.5	134.5	174.1	204.5	0.047	0.046	0.036	0.031
OCT	146.7	110.0	102.2	111.8	150.0	184.3	105.4	113.4	154.5	180.6	0.061	0.053	0.048	0.021
NOV	103	77.3	75.2	82.5	112.9	135.6	86.0	93.3	123.7	139.8	0.020	0.082	0.016	0.084
DIC	124.6	93.5	82.0	90.6	124.0	152.9	97.0	106.8	141.8	162.3	0.032	0.032	0.032	0.009
	2079.3	1559.5	1310.2	1484.1	1817.4	2334.7	1542.8	1745.4	2063.6	2511.7	0.185	0.232	0.146	0.152

Cuadro 2 Analisis de Eo y la evapotranspiración potencial .
Pasto Bermuda, La Cabaña, 1973.

MES	Métodos de estimación de Eo			
	HARGREAVES		PENMAN-MONTEITH	
	PET	ET	PET	ET
1	198.0143	113.0815	113.1988	85.0579
2	190.7346	32.3124	110.8288	48.4333
3	217.0169	49.6656	126.9802	78.1801
4	212.9595	131.9384	125.6318	112.3528
5	204.5190	201.9583	122.9304	122.9174
6	217.9545	139.4359	87.7392	87.6352
7	208.6485	208.6163	125.0389	125.0230
8	215.3625	215.0238	127.0414	127.0248
9	196.7909	196.7041	111.3142	111.3003
10	184.2614	184.2384	102.1957	102.1828
11	135.6105	135.5936	75.2326	75.2231
12	152.8698	152.7721	82.0253	82.0150





EVALUACIÓN DEL MODELO E PARCELAS DE EROSIÓN EN DIFERENTES LUGARES DE

SITIO	CULTIV	PRACTIC "		MEDID	PREC	Q	EI	C	USLE	MUSLE	AOF	MUSS	MUST
Maracay	maiz	liso	pamarm:	104,6	565,9	233,4	479,4	0,2	69,3	123,9	91,5	121,2	122,9
Maracay	desnudo	liso	mar85	572,7	459,6	161,9	540,2	0,8	245,8	241,1	232,7	243,6	237,9
Maracay	maiz	liso	mar85m:	127,1	459,6	122,2	540,2	0,6	174,4	143,9	151,1	148,6	139,7
Maracay	maiz	curvas	mar85m:	78,2	459,6	121,9	540,2	0,6	125,1	103,2	108,7	106,8	100,2
Yaritagua	desnudo	liso	yar85	31,1	308,3	85,3	323,6	0,7	26,8	25,2	22,9	25,1	24,8
Yaritagua	maiz	liso	yar85ma	16,7	308,3	47,7	323,6	0,3	11,7	5,5	7,5	4,7	6,1
Yaritagua	maiz	curvas	yar85ma	11,2	308,3	47,7	323,6	0,3	8,2	3,9	5,2	3,3	4,3
Chaguarar	desnudo	liso	cha85	30,8	390,4	180,4	222,0	0,8	18,2	28,7	25,7	26,8	29,3
Chaguarar	sorgo	liso	cha85sg	20,5	390,4	125,7	222,0	0,4	8,3	9,9	9,7	8,5	10,7
Chaguarar	sorgo2	liso	cha85sg	16,3	390,4	125,7	222,0	0,4	6,8	8,1	7,9	7,0	8,7
Chaguarar	pasto	liso	cha85p	3,7	390,4	128,0	222,0	0,2	5,0	6,8	6,4	5,7	7,5
Mérida	desnudo	liso		68,0	876,3	334,8	321,0	0,6	20,0	45,5	30,5	37,9	50,5

