



# ESTUDIO PARA DETERMINAR ZONAS DE ALTA POTENCIALIDAD DEL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus* (Thunb) Matsum & Nakai) EN EL ESTADO DE TABASCO



SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO FORESTAL Y PESCA









Dr. Lorenzo Armando Aceves Navarro

Dr. José Francisco Juárez López

Dr. David Jesús Palma López

Dr. Rutilo López López

M.C. Benigno Rivera Hernández

Ing. Rigoberto González Mancillas

# **ÍNDICE DE CONTENIDO**

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
III. ORIGEN DEL CULTIVO DE LA SANDÍA	2
IV. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA SANDÍA	2
V. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA SANDÍA	3
VI. RELACIÓN DE PAÍSES QUE CULTIVAN SANDÍA A NIVEL MU	NDIAL4
VII. SUPERFICIE CULTIVADA Y RENDIMIENTO DE SAND	
ESTADO Y A NIVEL NACIONAL	5
VIII. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE SANDÍ	A13
IX. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS DEL CULTIVO DE SAN	DÍA14
X. TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN PARA EL CULTIVO DE SAN	IDÍA14
10.1. Preparación del terreno	14
10.1.1. Desvare	
10.1.2. Barbecho	15
10.1.3. Rastreo	15
10.1.4. Tabloneo	15
10.2. Cama o bordeo	
10.3. Época de siembra	15
10.4. Método de siembra y densidad	16
10.5. Acolchado	17
10.6. Fertirriego	17
10.7. Control fitosanitario	18
10.8. Poda	
10.9. Riego	20
10.10. Cosecha	21
XI. MATERIAL GENÉTICO Y VARIEDADES DE SANDÍA	22
XII. AGROINDUSTRÍAS DE LA SANDÍA	23
XIII. MERCADO DE LA SANDÍA	24
XIV. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA	24

XV. SELECCIÓN Y REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO	)
DE SANDÍA	27
15.1. Inventario climático	28
15.1.1. División climática	28
15.1.2. Período de crecimiento	29
15.2. Inventario edafológico	29
15.2.1. División edafológica	29
15.3. Fuentes de información	29
15.3.1. Información climática	29
15.3.2. Información edafológica	30
15.3.3. Información cartográfica	30
XVI. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO	)
DE SANDÍA	30
XVII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
XVIII. CONCLUSIONES	37
XIX. BIBLIOGRAFÍA	38
XX. ANEXOS	42

# **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Principales países que cultivan sandia a nivel mundial y su	
superficie cosechada	5
Cuadro 2. Superficie cultivada de sandía por estado y a nivel nacional en la	
modalidad de temporal en hectáreas	6
Anexos 3. Rendimiento de sandía por estado y a nivel nacional en la	
modalidad de temporal (t ha <sup>-1</sup> )	7
Cuadro 4. Superficie cultivada de sandía por estado y a nivel nacional en la	
modalidad de riego en hectáreas	8
Cuadro 5. Rendimiento de sandía por estado y a nivel nacional en la	_
modalidad de riego (t ha <sup>-1</sup> )	9
Cuadro 6. Superficie cultivada de sandía por municipio y a nivel estatal en la	
modalidad de temporal en hectáreas	.11
Cuadro 7. Rendimiento de sandía por municipio y a nivel estatal en la	
modalidad de temporal (t ha <sup>-1</sup> )	.12
Cuadro 8. Superficie cultivada de sandía por municipio y a nivel estatal en la	
modalidad de riego en hectáreas	.12
Cuadro 9. Rendimiento de sandía por municipio y a nivel estatal en la	
modalidad de temporal (t ha <sup>-1</sup> )	.13
Cuadro 10. Control de algunas plagas en sandía	.19
Cuadro 11. Principales enfermedades de la sandía y algunos productos	
químicos para su control	.19
Cuadro 12. Principales variedades e híbridos de sandia cultivadas en	
Tabasco	.23
Cuadro 13. Variables seleccionadas para definir áreas potenciales para el	
cultivo de sandía en el estado de Tabasco	.27

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Superficie cultivada de sandia en Mexico en la modalidad de riego	
más temporal1	0
Figura 3. Metodología simplificada de la zonificación agroecológica para el	
cultivo de sandía 2	26
Figura 3. Superficie por municipio con alto potencial para cultivar sandía en	
el estado de Tabasco	35
Figura 4. Distribución geográfica de la superficie con alto potencial	,0
	) E
productivo para el cultivo de la sandía en Tabasco 3	)
ÍNDICE DE ANEXOS	
Angua 4 Ilhigasión magnifica de las estaciones materials de la	
Anexo 1. Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en el	
estado de Tabasco	
Anexo 2. Requerimientos bioclimáticos del cultivo de la sandía (FAO, 1994)	.44
Anexo 3. Zonas con alto potencial climático para cultivar sandía en el estado	
de Tabasco	.45
Anexo 4. Zonas con alto potencial edafológico para cultivar sandía en el	
estado de Tabasco	.46
Anexo 5. Zonas con alto potencial edafoclimático para cultivar sandía en el	
·	.47
Anexo 5. Zonas con alto potencial edafoclimático para cultivar sandía en el estado de Tabasco	

### I. INTRODUCCIÓN

En México el consumo *per capita* de sandía es 5.5 kg de fruta por año. Los sistemas de producción de sandía que se practican a nivel nacional, son heterogéneos debido principalmente a que se cultiva en 28 entidades federativas, las cuales tienen influencia de factores agroclimáticos diferentes, lo que obliga a una manejo tecnológico diferente en cada una de las entidades (SIAP-SAGARPA, 2009).

A nivel mundial el cultivo de sandía es practicado en 112 países (FAO, 2009). En México se cultivan 55,554.39 hectáreas en 28 estados, el rendimiento promedio nacional es de 23.35 t ha<sup>-1</sup>, con una producción de 1,188,389.28 toneladas, con valor de \$2,408,567,110.00 M.N. El estado de Tabasco, ocupa el decimo lugar en cuanto a superficie sembrada se refiere con 1,741.50 ha, y el penúltimo lugar en rendimiento con 11.88 t ha<sup>-1</sup>, superando solo a Querétaro con 10 t ha<sup>-1</sup>(SIAP-SAGARPA, 2009).

Los Estados Unidos, importan sandia de diciembre hasta mediados de abril y Canadá de enero a marzo, período en el cual solo dos entidades federativas producen sandía México, Tabasco y Nayarit. En el periodo de verano a otoño donde la superficie nacional de sandia cultivada es reducida al mínimo, puede ser una ventana de oportunidad para la comercialización nacional ya que en esta época México importa sandia de los Estado Unidos.

El estado Tabasco, por ser una región tropical es propicia para la producción de sandía, pero es necesario realizar estudios para incrementar la calidad y el rendimiento. Es por ello, que ante tal escenario el gobierno del estado, a través de las instituciones mencionadas en la hoja de presentación, realiza el presente estudio de zonificación agroecológica, con la finalidad de identificar las áreas con el mayor potencial productivo para el establecimiento del cultivo de sandía, por lo que se plantearon los siguientes objetivos:

#### II. OBJETIVOS

- Realizar la zonificación del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.)

  Matsum & Nakai) mediante la determinación de zonas con alta potencialidad productiva.
- ♣ Elaborar un mapa del estado de Tabasco donde se indiquen la(s) zonas con alta potencialidad productiva para el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai).

#### III. ORIGEN DEL CULTIVO

Su origen más probable es África, aunque existen muchos indicios de que llegó muy tempranamente a Asia o que en este continente existió algún centro de origen y/o de diversificación de la sandía o de plantas taxonómicamente próximas. Su cultivo parece ser que se expandió por el norte de África y el próximo Oriente alrededor del IV milenio A.C., procedente de África Central, existiendo algunas referencias a la misma cronológicamente muy antiguas, consideradas por algunos de los traductores de la Biblia, como la que se recoge en el libro de Números, en relación al consumo placentero que los judíos hacían en el antiguo Egipto (Maroto, 2002).

### IV. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA SANDÍA

La sandía pertenece a la familia de las cucurbitáceas, y recibe distintos nombres científicos, utilizando sinónimamente, como *Citrullus vulgaris* Schrad, *Citrullus lanatus* (Thunb) Matsum & Nakai y *Colocynthis citrullus* (L) O.Ktze, con una dotación de 22 cromosomas (2n=22). Las sandías cultivadas actualmente se consideran botánicamente englobadas dentro del taxón *Citrullus lanatus var. Lanatus*, cuyo ancestro natural a través de estudios con isoenzimas se considera que es *C. lanatus var. Citroides* (Navot y Lamir, 1987).

Según Bruzón (1988) citado por (Restrepo, 1998) la sandia se clasifica taxonómicamente así:

Reino: Vegetal

División:Espermatophyta

Clase: Dicotiledoneae
Orden: Curcubitales

Familia:Curcubitaceae

Género: Citrullus

Especie: lanatus (Thumb) Matsum & Nakai

## V. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA SANDÍA

Es una planta anual herbácea, de porte rastrero o trepador.

#### Tallo.

El tallo es de desarrollo rastrero. En estado de 5 a 8 hojas bien desarrolladas el tallo principal emite brotes de segundo orden a partir de las axilas de las hojas. En los brotes secundarios se inician los terciarios y así sucesivamente, de forma que la planta llega a cubrir de 4 a 5 metros cuadrados (Anónimo, 2009).

## Hoja.

Las hojas pecioladas, pinnada-partida, dividida en 3 a 5 lóbulos que a su vez se dividen en segmentos redondeados. El haz es suave al tacto y el envés muy áspero y con nerviaciones muy pronunciadas. El nervio principal se ramifica en nervios secundarios que se subdividen para dirigirse a los últimos segmentos de la hoja, imitando la palma de la mano (Restrepo, 1998).

#### Flores.

Las flores son de colores amarillos, solitarios, pedunculados y axilares, atrayendo a los insectos por su color, aroma y néctar (flores entomógamas), de forma que la polinización es entomófila. Las flores masculinas disponen de 8 estambres que forman 4 grupos soldados por sus filamentos. Las flores femeninas

poseen estambres rudimentarios y un ovario ínfero velloso y ovoide que se asemeja en su primer estadio al tamaño de un hueso de aceituna (fruto incipiente), por lo que resulta fácil diferenciar entre flores masculinas y femeninas. Estas últimas aparecen tanto en el brote principal como en los secundarios y terciarios, con la primera flor en la axila de la séptima a la décimo primera hoja del brote principal (Anónimo, 2009).

#### Fruto.

El fruto es una baya globosa u oblonga. Su peso oscila entre los 2 y los 20 kilogramos. El color de la corteza es variable, pudiendo aparecer uniforme (verde oscuro, verde claro o amarillo) o a franjas de color amarillento, grisáceo o verde claro sobre fondos de diversas tonalidades verdes. La pulpa también presenta diferentes colores (rojo, rosado o amarillo) y las semillas pueden estar ausentes (frutos triploides) o mostrar tamaños y colores variables (negro, marrón o blanco), dependiendo del cultivar (Anónimo, 2009).

#### Raíz.

La raíz de la sandía es ramificada. La raíz principal se divide en raíz primaria y éstas a su vez vuelven a subdividirse. La raíz principal alcanza un gran desarrollo con relación a las secundarias y pueden penetrar en el suelo hasta uno profundidad de 1.20 m Calcedo (1972) citado por (Restrepo, 1998)

# VI. RELACIÓN DE PAÍSES QUE CULTIVAN SANDÍA A NIVEL MUNDIAL

FAO, (2009) en su portal http://faostat.fao.org/site/636/default.aspx#ancor informa, que a nivel mundial el cultivo de sandía se práctica en 112 países, donde China y Turquía ocupan el primer y segundo lugar con 2,113,483 ha y 137,000 ha respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Principales países que cultivan sandia a nivel mundial y su superficie cosechada.

Países	Hectáreas	Países	Hectáreas	Países	Hectáreas	Países	Hectáreas
Afganistán	20,000	Cuba	8,000	Jordania	1,760	Portugal	350
Albania	7,600	Dominica	0	Kazajstán	38,800	Puerto Rico	6
Arabia Saudita	19,455	Ecuador	3,100	Kenia	1,612	Qatar	787
Argelia	38,400	Egipto	66,000	Kirguistán	5,932	Reunión	150
Argentina	9,200	El Salvador	3,149	Kuwait	20	Rumania	25,224
Armenia	5,884	Emiratos Ar	130	Laos	6,000	Isla Salomón,	50
Australia	4,421	Eslovaquia	393	Líbano	1,550	Senegal	11,942
Austria	10	España	16,100	Libia	15,000	Serbia	15,758
Azerbaiyán	32,449	Estad Unidos	60,990	Macedonia	6,152	Siria	33,531
Bahrein	4	Fed. Rusia	133,300	Malasia	6,300	Somalia	850
Belice	71	Fiji, Islas	200	Malí	14,961	St Kitts	8
Bolivia	2,400	Filipinas	7,234	Malta	130	Sudáfrica	4,300
Bosnia Herzg	2,300	Francia	180	Marruecos	15,732	Sudán	5,100
Brasil	96,556	Georgia	4,600	Mauritania	750	Suriname	132
Brunei Darsm	7	Grecia	14,200	México	47,038	Tailandia	30,000
Bulgaria	4,572	Guadalupe	55	Moldova	6,491	Tanzania	560
Cabo Verde	15	Guatemala	5,000	Montenegro	1,240	Tayikistán	13,400
Camerún	2,200	Guyana	15	Namibia	120	Tonga	70
Canadá	450	Honduras	3,900	Níger	960	Trinidad Tab	120
Chile	2,926	Hungría	7,900	Nuev. Caldnia	40	Túnez	21,000
China	2,113,483	India	20,000	Nuev. Zelanda	250	Turkmenistán	20,200
Chipre	456	Indonesia	32,326	Omán	557	Turquía	137,000
Colombia	7,442	Irán	132,000	Pakistán	23,000	Ucrania	61,800
Cook, Islas	3	Iraq	43,500	Palest, T.O.	360	Uruguay	700
Corea, Rep	19,028	Israel	10,000	Panamá	7,300	Uzbekistán	38,100
Corea, RPD	6,000	Italia	11,100	Paraguay	23,000	Venezuela	11,152
Costa Rica	1,020	Jamaica	646	Perú	2,600	Viet Nam	28,000
Croacia	1,200	Japón	13,000	Polinesia Fra.	80	Yemen	12,000

# VII. SUPERFICIE CULTIVADA Y RENDIMIENTO DE SANDÍA POR ESTADO Y A NIVEL NACIONAL

La superficie cultivada de sandía en la modalidad de temporal en México se ha incrementado en un 53% en los últimos seis años, al pasar del 2003 al 2008 de 18,513.50 ha a 28,413.75 ha. Existen dieciséis estados que cultivan esta hortaliza en esta modalidad, siendo el estado de Sinaloa la entidad federativa con el mayor

crecimiento al pasar de 3,144 ha a 13,175 ha del 2003 al 2008. Otra entidad que ha incrementado su superficie considerablemente, es el estado de Chiapas al pasar del 2003 al 2008 de 1,730.50 ha a 2,226 ha (Cuadro 2).

Cuadro 2. Superficie cultivada de sandía por estado y a nivel nacional en la

modalidad de temporal en hectáreas.

	AÑOS					
ESTADOS	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BAJA CALIFORNIA	42.00	1.00	10.00	80.00	0.00	6.00
CAMPECHE	5.00	4.00	13.00	8.00	10.00	7.00
CHIAPAS	1,730.50	1,719.00	1,780.00	1,696.00	1,517.75	2,226.00
CHIHUAHUA	150.00	88.00	217.00	78.00	41.00	145.00
COAHUILA	10.00	22.50	1.00	2.5.00	36.50	0.00
DURANGO	13.00	0. 00	0.00	0.00	0.00	0.00
COLIMA	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00
GUERRERO	1,333.00	1,511.00	1,746.00	1,785.00	1,530.00	1,718.00
JALISCO	251.00	293.00	4.00	120.00	100.00	63.75
MICHOACAN	135.50	188.00	110.00	109.00	144.00	175.00
MORELOS	145.00	33.00	72.00	104.00	107.00	111.00
NAYARIT	2,654.50	2,482.00	3,519.00	2,771.00	2,249.50	2,142.00
NUEVO LEON	1.00	22.00	83.00	146.00	78.50	22.00
OAXACA	956.00	1,138.00	822.00	1,548.00	1,963.00	1,830.00
QUINTANA ROO	26.00	6.00	27.00	27.00	32.00	24.00
SAN LUIS POTOSI	0.00	50.00	45.00	60.00	0.00	0.00
SINALOA	3,144.00	3,361.50	3,247.50	3,753.00	8,036.00	13,175.00
SONORA	0.00	22.00	30.00	29.00	0.00	0.00
TABASCO	2,018.00	1,690.00	1,564.00	1,588.75	1,534.25	1648.5
TAMAULIPAS	327.00	271.00	196.50	256.00	157.00	222.00
VERACRUZ	4,882.00	5,565.75	5,589.00	4,748.50	4,925.50	4,536.00
YUCATAN	690.00	460.00	251.50	373.50	319.00	362.50
TOTAL	18,513.50	18,927.75	19,329.50	19,283.25	22,781.00	28,413.75
SIAD SACADDA (2000)						

SIAP-SAGARPA, (2009).

El rendimiento promedio nacional de sandía en la modalidad de temporal es muy variable. Así en el año 2003 se reportaron rendimientos de 13.99 t ha<sup>-1</sup>, y al año siguiente se reportaron rendimientos de 16.63 t ha<sup>-1</sup>, para posteriormente en el 2005 volver a disminuir a 11.84 t ha<sup>-1</sup>, para volverse nuevamente incrementarse en 15.02 t ha<sup>-1</sup> en el 2007, para nuevamente en 2008 volver a decaer en 14.38 t

ha<sup>-1</sup> (Cuadro 3). No obstante el estado Chihuahua es la entidad federativa que reporta los mayores rendimientos con 31.60 t ha<sup>-1</sup> en el 2008, aunque la misma entidad reporto rendimientos de 36 t ha<sup>-1</sup> en el 2004 (SIAP-SAGARPA, 2009).

Anexos 3. Rendimiento de sandía por estado y a nivel nacional en la

modalidad de temporal (t ha 1).

modulie	iau ue tem	oral (tria	AÑ(	OS		
ESTADOS	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BAJA CALIFORNIA	5.00	8.00	5.10	0.00	0.00	0.00
CAMPECHE	12.00	13.25	12.00	11.88	19.25	13.14
CHIAPAS	15.33	17.79	13.01	16.82	18.42	19.11
CHIHUAHUA	25.00	36.00	19.44	24.62	23.9	31.60
COAHUILA	16.10	3.12	12.00	13.00	20.00	0.00
DURANGO	17.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
COLIMA	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00
GUERRERO	14.53	14.95	16.79	14.84	15.72	15.32
JALISCO	16.09	15.75	20.00	13.75	15.00	16.35
MICHOACAN	18.74	20.05	23.51	20.72	20.45	25.00
MORELOS	25.62	19.70	21.86	21.54	29.63	29.64
NAYARIT	12.27	10.08	10.22	11.65	10.65	15.51
NUEVO LEON	0.90	15.00	17.74	28.13	8.50	10.00
OAXACA	18.84	14.07	12.66	17.31	11.18	12.37
QUINTANA ROO	13.00	10.00	10.80	11.11	13.63	14.20
SAN LUIS POTOSI	0.00	12.00	12.00	40.00	0.00	0.00
SINALOA	10.67	19.90	6.32	8.58	15.93	12.93
SONORA	0.00	8.00	8.00	16.69	0.00	0.00
TABASCO	12.30	10.62	10.39	11.79	10.65	9.88
TAMAULIPAS	7.75	14.67	14.05	9.77	20.86	9.87
VERACRUZ	15.56	18.67	13.60	17.09	16.18	17.92
YUCATAN	12.95	13.80	10.26	8.80	9.38	6.26
Promedio nacional	13.99	16.63	11.84	13.93	15.02	14.38

SIAP-SAGARPA, (2009).

La superficie cultivada de sandía en la modalidad de riego en México, se ha mantenido constante en los últimos seis años. Existen 28 estados que se dedican al cultivo en esta modalidad. El estado de Sonora es la entidad federativa, con la mayor superficie sembrada con 6,551 ha (Cuadro 4).

Cuadro 4. Superficie cultivada de sandía por estado y a nivel nacional en la modalidad de riego en hectáreas.

AÑOS							
ESTADOS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
AGUASCALIENTES	1.00	3.00	0.00	1.00	1.00	0.00	
BAJA CALIFORNIA	512.50	374.00	455.00	530.00	404.00	361.00	
BAJA CALIFORNIA SUR	220.50	183.00	86.50	116.25	132.75	73.25	
CAMPECHE	1,128.50	890.50	1,172.70	1,474.50	1,366.50	1,942.00	
CHIAPAS	335.49	451.00	370.00	245.00	302.00	137.25	
CHIHUAHUA	5,432.70	4,883.11	4,263.50	3,605.70	3,498.38	2,746.31	
COAHUILA	1,284.50	1,292.50	1,159.00	1,092.00	838.50	1,363.00	
COLIMA	765.50	935.50	686.00	847.00	1,034.50	1,085.00	
DURANGO	410.00	481.00	786.00	866.00	441.00	728.00	
GUANAJUATO	192.00	157.50	127.00	174.30	185.00	87.50	
GUERRERO	1,092.00	1,363.25	1,562.50	1,520.50	1,656.50	1,747.25	
HIDALGO	6.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
JALISCO	4,606.30	3,781.50	4,501.00	4,120.75	3,690.50	4,523.25	
MÉXICO	4.00	6.00	21.00	28.00	21.00	35.00	
MICHOACAN	328.08	302.04	284.50	311.80	341.50	366.50	
MORELOS	42.60	23.00	12.80	9.20	11.50	6.00	
NAYARIT	2,031.00	2,168.25	1,107.50	1,015.00	1,269.50	1,270.50	
NUEVO LEÓN	71.00	161.00	204.50	387.20	148.00	127.20	
OAXACA	393.00	362.00	375.00	279.00	330.50	324.00	
PUEBLA	51.00	77.00	66.00	75.00	52.00	45.00	
QUERETARO	5.00	4.00	6.00	1.00	0.00	1.00	
QUINTANA ROO	371.86	296.00	210.74	281.48	317.15	273.00	
SAN LUIS POTOSI	255.00	287.00	481.00	367.00	847.00	689.00	
SINALOA	1,609.00	1,983.93	1,051.50	1,428.00	757.50	642.50	
SONORA	3,245.00	4,018.00	3,663.00	5,013.50	5,798.00	6,551.00	
TABASCO	510.00	480.00	357.00	382.00	292.00	93.00	
TAMAULIPAS	983.87	767.00	794.70	1,189.50	1,556.00	1,281.70	
VERACRUZ	407.75	216.75	223.75	340.85	365.50	275.00	
YUCATÁN	332.50	418.72	798.00	606.90	345.50	362.43	
ZACATECAS	2.00	1.00	9.00	9.00	23.00	4.00	
TOTAL	26,629.65	26,370.55	24,835.19	26,317.43	26,026.28	27,140.64	

SIAP-SAGARPA, (2009).

El rendimiento promedio nacional de sandía en la modalidad de riego, en los últimos seis años (2003-2008) ha presentado un incremento de 13.8% en los rendimientos. En el año 2003 se reportaron rendimientos de 27.94 t ha<sup>-1</sup> y en el año 2008 de 31.80 t ha<sup>-1</sup> (Cuadro 5).

Cuadro 5. Rendimiento de sandía por estado y a nivel nacional en la modalidad de riego (t ha<sup>-1</sup>).

modulid	da de riege	y (tria ):	ΑÍ	ŇOS		
ESTADOS	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AGUASCALIENTES	35.00	30.00	0.00	30.00	30.00	0.00
BAJA CALIFORNIA	31.35	29.79	33.44	31.57	28.75	21.32
BAJA CALIFORNIA SUR	25.29	18.22	22.80	27.25	17.79	25.49
CAMPECHE	27.48	21.98	23.94	23.93	18.56	24.88
CHIAPAS	19.69	22.12	24.46	23.04	17.62	21.68
CHIHUAHUA	24.95	26.91	26.57	29.35	26.35	40.65
COAHUILA	32.82	27.86	30.53	37.05	31.91	24.68
COLIMA	29.44	35.74	36.12	48.09	50.51	48.42
DURANGO	27.12	32.57	28.54	26.26	35.12	34.30
GUANAJUATO	20.96	22.20	22.18	18.85	21.97	25.75
GUERRERO	16.12	15.70	16.27	17.64	18.23	17.15
HIDALGO	18.50	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JALISCO	35.90	37.30	34.12	36.97	32.87	31.07
MEXICO	24.50	24.50	23.17	23.75	24.52	25.18
MICHOACAN	18.78	20.91	17.76	19.11	19.66	16.68
MORELOS	20.45	20.14	24.96	18.91	24.44	25.00
NAYARIT	31.20	30.51	18.14	19.78	26.86	28.44
NUEVO LEON	23.32	27.59	33.12	26.07	19.43	30.31
OAXACA	19.55	18.42	19.02	18.59	20.58	18.44
PUEBLA	17.96	17.27	19.46	18.24	19.23	21.31
QUERETARO	12.00	23.75	10.83	8.00	0.00	10.00
QUINTANA ROO	19.88	29.20	18.02	17.90	3.25	18.14
SAN LUIS POTOSI	47.42	31.86	32.79	44.64	39.15	38.70
SINALOA	21.13	29.64	12.63	13.95	25.02	22.87
SONORA	29.20	28.19	28.89	28.47	31.25	36.95
TABASCO	26.47	27.50	22.84	29.50	38.37	45.11
TAMAULIPAS	28.12	38.22	35.99	36.14	31.63	36.54
VERACRUZ	24.38	22.81	26.77	21.07	18.69	23.73
YUCATAN	16.53	17.26	20.03	19.92	23.02	20.99
ZACATECAS	10.00	12.00	26.44	31.67	36.43	15.17
PROMEDIO NACIONAL	27.94	28.74	27.06	28.74	28.83	31.80

SIAP-SAGARPA, (2009).

Los estados de Colima, Tabasco y Chihuahua son la entidades federativas que reportan los mayores rendimientos en la modalidad de riego con 48.42 t ha<sup>-1</sup>, 45.11 t ha<sup>-1</sup> y 40.65 t ha<sup>-1</sup> respectivamente (SIAP-SAGARPA, 2009). En la Figura 1

se esquematiza la superficie cultivada de temporal y de riego para el cultivo de sandía en México.

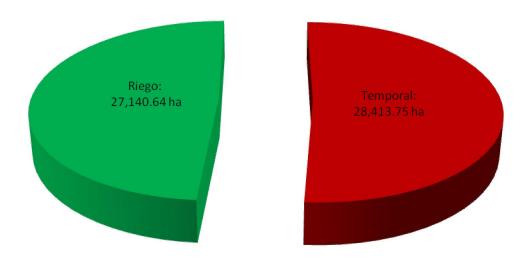


Figura 1. Superficie cultivada de sandía en México en la modalidad de riego más temporal.

La superficie cultivada de sandía en la modalidad de temporal en el estado de Tabasco, se ha incrementado en un 9.5% en los últimos seis años, al pasar del 2003 al 2008 de 1,505 ha a 1,648.50 ha. Existen doce municipios que cultivan esta hortaliza en la mencionada modalidad, siendo los municipios de Balancán y Cárdenas las localidades que más cultivan esta hortaliza con 750 ha y 622 ha respectivamente. En conjunto estas dos localidades representan el 83% de la superficie cultivada en el estado de Tabasco (Cuadro 6).

El rendimiento promedio estatal de sandía en la modalidad de temporal ha disminuido en los últimos seis años en un 19%, al pasar de 12.23 t ha<sup>-1</sup> a 9.89 t ha<sup>-1</sup> del 2003 al 2008. El municipio de Emiliano Zapata en el 2008 reporto los mayores rendimientos en dicha modalidad con 18.44 t ha<sup>-1</sup>. Aunque el municipio de Cunduacán en el 2006 fue quien reportó los rendimientos más altos con 25 t ha<sup>-1</sup>, siendo este último el máximo alcanzado por una localidad en Tabasco en los últimos seis años (Cuadro 7).

Cuadro 6. Superficie cultivada de sandía por municipio y a nivel estatal en la modalidad de temporal en hectáreas.

			ΑÑ	ios		
MUNICIPIOS	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BALANCAN	871.00	691.00	640.00	672.00	958.00	750.00
CARDENAS	191.00	206.00	531.00	609.25	419.75	622.00
CENTLA	9.00	13.00	29.00	26.00	10.00	36.00
CENTRO	24.00	25.00	20.00	18.00	12.00	18.00
COMALCALCO	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	13.50
CUNDUACAN	54.00	21.00	50.00	56.00	38.00	32.00
EMILIANO ZAPATA	53.00	45.00	63.00	64.00	37.00	23.00
HUIMANGUILLO	62.00	70.00	104.00	30.00	8.50	66.00
JALAPA	0.00	0.00	2.00	3.00	0.00	3.00
JALPA DE MENDEZ	0.00	12.00	0.00	11.50	0.00	22.00
JONUTA	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MACUSPANA	50.00	25.00	52	30.00	41.00	28.00
NACAJUCA	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PARAISO	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TACOTALPA	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TENOSIQUE	175.00	53.00	69.00	69.00	10.00	35.00
TOTAL	1,505.00	1,176.00	1,564.00	1,588.75	1,534.25	1648.50

SIAP-SAGARPA (2009).

La superficie cultivada de sandía en la modalidad de riego en el estado de Tabasco, ha disminuido un 81% en los últimos seis años, al pasar del 2003 al 2008 de 493 a 93 ha. En el 2008 solo dos municipios Emiliano Zapa y Tenosique reportan superficie cultivan en esta modalidad con 91 ha y 2 ha respectivamente. La disminución drástica de la superficie cultivada en esta modalidad se debe principalmente a que el municipio de Balancán ha disminuido su superficie en los últimos años (Cuadro 8).

Cuadro 7. Rendimiento de sandía por municipio y a nivel estatal en la modalidad de temporal (t ha<sup>-1</sup>).

			ΑÑ	ÍOS		
MUNICIPIOS	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BALANCAN	12.67	9.60	11.00	10.67	10.30	10.13
CARDENAS	8.50	15.00	10.01	9.66	10.12	9.00
CENTLA	11.00	12.46	12.00	11.88	9.38	9.54
CENTRO	13.75	13.00	10.00	11.78	11.25	8.89
COMALCALCO	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00	10.00
CUNDUACAN	10.00	0.00	10.20	25.00	13.00	10.91
EMILIANO ZAPATA	7.76	11.78	11.38	20.23	17.60	18.44
HUIMANGUILLO	11.00	10.00	10.25	9.48	9.06	8.65
JALAPA	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00	6.00
JALPA DE MENDEZ	0.00	19.58	0.00	15.00	0.00	8.50
JONUTA	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MACUSPANA	9.00	14.00	9.00	11.00	10.00	14.00
NACAJUCA	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PARAISO	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TACOTALPA	0.00	7.47	0.00	0.00	0.00	0.00
TENOSIQUE	17.92	8.43	8.00	15.00	15.00	14.90
Promedio estatal	12.23	10.16	10.39	11.79	10.65	9.89

SIAP-SAGARPA (2008).

Cuadro 8. Superficie cultivada de sandía por municipio y a nivel estatal en la modalidad de riego en hectáreas.

		AÑOS					
MUNICIPIOS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
BALANCAN	375.00	340.00	345.00	261.00	189.00	0.00	
CUNDUACAN	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	
EMILIANO ZAPATA	135.00	140.00	0.00	98.00	103.00	91.00	
HUIMANGUILLO	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00	
TENOSIQUE	0.00	0.00	0.00	23.00	0.00	2.00	
TOTAL	510.00	480.00	357.00	382.00	292.00	93.00	

SIAP-SAGARPA (2008).

El rendimiento promedio estatal de sandía en la modalidad de riego se ha incrementado en los últimos seis años en un 79.4%, al pasar de 29.39 t ha<sup>-1</sup> a 47.50 t ha<sup>-1</sup> del 2003 al 2008 (Cuadro 9). Aunque en el 2007 el municipio de Emiliano Zapata reporto rendimientos de 60 t ha<sup>-1</sup> en la mencionada modalidad.

Cuadro 9. Rendimiento de sandía por municipio y a nivel estatal en la

modalidad de temporal (t ha<sup>-1</sup>).

	AÑOS					
MUNICIPIOS	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BALANCAN	23.20	21.67	23.12	23.85	26.59	0.00
CUNDUACAN	0.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00
EMILIANO ZAPATA	35.56	40.00	0.00	39.76	60.00	45.00
HUIMANGUILLO	0.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00
TENOSIQUE	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	50.00
PROMEDIO	26.47	27.50	22.84	29.51	38.37	47.50

SIAP-SAGARPA (2009).

## VIII. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE SANDÍA

Desde el punto de vista de la climatología, para conseguir una buena germinación en el cultivo de sandía, el mínimo térmico necesario se establece en 15.5°C y el óptimo entre 21 y 35°C. La temperatura del cero vegetativo se fija en 13°C; y el intervalo térmico óptimo para el crecimiento entre 21 y 30°C, mientras que la temperatura mínima y máxima de desarrollo vegetativo se establece en 18 y 35°C respectivamente. La floración, el cuajado y la maduración de los frutos exigen temperaturas superiores a 18°C (Maynard y Hochmuth, 1997).

Para el ciclo de cultivo de unos 100 días los requerimientos en agua de la sandía varían entre 400 y 600 mm y los coeficientes del cultivo (Kc) se establece en los siguiente valores: 0.4-0.5 (etapa inicial, primeros 10-20 días); 0.95-1.05 (mediados-finales del desarrollo vegetativos e inicio del crecimiento de frutos, 35-50 días); 0.8-0.9 (engrosamiento final de los frutos, 10-15 días) 0.65-0.75 (a lo largo de la recolección, hasta el final del ciclo) (Doorenbos y Kassan,1980).

La precipitación debe estar comprendida entre 500 y 1,500 mm anuales (Restrepo, 1998) La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre 60 % y el 80 %, siendo un factor determinante durante la floración (Anónimo, 2009).

La humedad relativa menor al 70% favorece el desarrollo de las plantas aumenta su producción e incrementa los azúcares en los frutos, la humedad

relativa alta contribuye al incremento de enfermedades en el cultivo y afecta la calidad del fruto Isakeit (1988) citado por (Restrepo, 1998).

# IX. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS DEL CULTIVO DE SANDÍA

La sandía se desarrollo mejor en suelos franco-arenosos, con pH de 5.8 a 7.2. En suelos de textura arcillosa se obtiene un menor desarrollo del cultivo con frutos agrietados (Doorenbos y Kassam, 1980). El IICA, (2007) menciona que el cultivo de sandía requiere de suelos fértiles, franco-arenosos, franco limosos, franco-arcillosos; con buen contenido de materia orgánica y buen drenaje, con pH entre 5.5 y 6.6; el cultivo no tolera suelos salinos.

# X. TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN PARA EL CULTIVO DE SANDÍA

#### 10.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno es una práctica que integra una serie de labores destinadas a condicionar el grado de mullido, temperatura, humedad y aireación del suelo, para favorecer una mejor germinación de las semillas, destrucción de malezas y plagas y una mejor distribución del agua (Mirafuentes, 2002). Las labores también dependerán de la textura y profundidad del suelo, por lo cual una buena preparación del terreno comprende las siguientes labores:

#### 10.1.1. Desvare

Consiste en desmenuzar los restos del cultivo anterior o de malezas presentes de más de 50 cm de altura, para facilitar el paso de otros implementos. El desvare se efectúa unos 10 días antes del barbecho (por si es necesario quemar) éste puede ser manual o mecánico, dependiendo de la extensión del terreno.

#### 10.1.2. Barbecho

Con esta práctica se rompe el suelo a una profundidad de 20 cm para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de la capa arable, y aumentar la fertilidad, esto último si es que no se quema la maleza. Esta actividad expone huevecillos, larvas y pupas de plagas a depredadores, a las inclemencias del tiempo que las disminuyen considerablemente, lo cual beneficia el establecimiento y el desarrollo del cultivo; el barbecho se recomienda efectuarlo un mes antes de la siembra.

#### 10.1.3. Rastreo

Para mullir el suelo y obtener una buena "cama de siembra", se dan dos pasos de rastra o los que sean necesarios, el primero entre los tres y cinco días después del barbecho y el segundo uno o dos días después del primero y el tercero uno o dos días antes de la siembra, en forma cruzada. Si se hace el tabloneo para contribuir a la nivelación debe efectuarse otro paso de rastra.

#### 10.1.4. Tabloneo

Es el paso de un marco nivelador, un pedazo de riel o de madera al momento o después del segundo rastreo para homogenizar la superficie del suelo y evitar las elevaciones o depresiones que originen falta de humedad en las partes altas o encharcamientos en las bajas.

#### 10.2. Cama o bordeo

Esta práctica tiene como fin eliminar el exceso de agua de las lluvias. La falta de esta práctica ocasiona pudriciones a la raíz y muerte de algunas plantas

#### 10.3. Época de siembra

Pueden precisarse tres épocas de siembra en función de la textura y topografía del terreno: a) tempranas, del 15 de noviembre al 14 de diciembre en suelos arenosos y con pendientes no mayores del 3%; b) intermedias, del 15 de diciembre al 14 de enero en suelos francos y bien drenados y c) tardías, del 15 de

enero al 14 de febrero en suelos arcillosos e incluso con drenaje deficiente. Bajo condiciones de riego se recomienda sembrar del 15 de diciembre al 28 febrero, y en forma escalonado en superficies grandes.

Para retardar la aparición de la enfermedad conocida como chamusco, la época de siembra más adecuada es la intermedia del 15 de diciembre al 15 de enero; ahora bien para obtener mejores ingresos o mayor precio en el mercado se recomienda sembrar en la época temprana (15 de noviembre al 14 de diciembre) con la prevención y control de enfermedades adecuadas (Mirafuentes, 2002).

#### 10.4. Método de siembra y densidad

En las diferentes regiones de la república mexicana se utilizan diferentes densidades de población desde 2,500 a 5,000 plantas aproximadamente, siendo de 3.0 m entre hileras y 0.60 m entre plantas. Es recomendable el uso de densidades altas en donde exista problemas de vectores de virus para eliminar a las plantas afectadas (Canales y Sánchez, 2003).

Al momento de la siembra, el suelo debe tener la humedad necesaria para que la semilla germine adecuadamente y no se deshidrate; si la siembra es en época seca, debe realizarse un riego pesado con 3 días de anticipación, para que al momento de la siembra tenga la humedad necesaria que permita una buena germinación (FINTRAC, s/f).

En plantas injertadas procedentes del semillero, deben colocarse de forma que, el cepellón quede en contacto con el suelo, cubriéndolo con arena, y el injerto quede por encima de la arena, evitando así la emisión de raíces por parte de la sandía por la humedad que proporciona el riego, ya que de lo contrario podrían presentarse problemas de ataque de Fusarium.

#### 10.5. Acolchado

Consiste en cubrir el terreno con plástico de color negro-plateado que permite conservar por más tiempo la humedad del suelo y evitar la proliferación de malezas. Las características del plástico son: ancho de 1.2 m, para una cama de 60 cm, calibre de 90 milésimas de pulgadas, perforación parcial con diámetro de 6.35 cm, con espaciamiento entre 0.90 a 1 m.

La cobertura plástica produce una reducción significativa de la evaporación del agua en la superficie del suelo, especialmente bajo sistemas de riego por goteo. Asociada con la reducción de la evaporación existirá un incremento general de la transpiración de la vegetación, debido a la transferencia de calor sensible y radiactivo desde la superficie de la cobertura plástica hacia las adyacencias de la vegetación. Aunque la tasa de transpiración de cultivos con plástico puede incrementarse en un promedio de 10-30% a lo largo del ciclo, comparado con la ausencia de la cobertura plástica, el valor de los coeficientes del cultivo (Kc) disminuyen en un promedio de 10-30% debido a la reducción de la evaporación en el suelo, estimada entre 50 y 80%.

#### 10.6. Fertirriego

La fertirrigación consiste en la aplicación de nutrimentos en el agua de riego. Esto se logra a través de inyectores Venturi conectados a tanques fertilizadores donde se prepara la solución nutritiva para su aplicación con el agua de riego. Antes del fertirriego se realiza una fertilización de fondo con 100 kg de urea y 100 kg de superfosfato de calcio triple, equivalente a 46 kg de nitrógeno y 46 kjg de fósforo al momento de construir las camas y colocar el acolchado plástico.

Posteriormente, la fertilización se realiza a través del riego por goteo, recibiendo la dosis adecuada, previo a esto se realiza un análisis de suelos y otro de savia, para precisar las cantidades de micro y macro nutrientes que requiere la planta, los que realizan el riego por gravedad realizan la segunda dosis, 5 días antes de floración y la tercera dosificación al realizar el primer corte. Debe ser

oportuna y adecuada. Es necesario considerar el análisis de suelo, el arreglo espacial y el riego, pero en general se recomienda lo siguiente:

- ♣ Aplicar 650 kg ha<sup>-1</sup> de cal dolomita, incorporado en la última rastra.
- ♣ Generalmente se recomienda aplicar 130 kg ha<sup>-1</sup> de Nitrógeno, 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.
- ♣ La mitad de este fertilizante se aplica de 7 a 10 cm de profundidad incorporado o en banda en presiembra.
- ♣ El resto debe aplicarse antes y después del raleo (12 días y 21 días después de la germinación) en banda a 20 cm a un lado y a 20 cm de profundidad.

Es necesario complementar con fertilizaciones foliares de Nitrato de Calcio y micronutrientes. Una característica en el cultivo de sandía, es su periodo vegetativo corto comparado con otros cultivos, lo cual exige que la disponibilidad de los nutrientes en el suelo sea mayor para responder a la intensidad de la demanda de nutrientes por las plantas. En el caso del potasio, se indica la importancia de un buen suministro de este elemento en relación al suministro de nitrógeno (FINTRAC, s/f).

#### 10.7. Control fitosanitario

El cultivo de sandía es atacado por una gran diversidad de plagas y enfermedades, que se controlan mediante un programa de aplicación de químicos, llegando al uso excesivo. Aun así, algunas de las enfermedades o plagas llegan a reducir los rendimientos por que el producto en turno no controla la plaga o al microorganismo presente.

Las principales plagas que atacan a la sandía y las sugerencias para su control se indican en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Control de algunas plagas en sandía

Plaga	Insecticida (N.Técnico)	Dosis PC ml L <sup>-1</sup> .	Época de Aplicación		
Pulgón	Endosulfán	1.0 -1.5	Inicie las aplicaciones		
Aphis gossyppi	35 CE	1.0-1.5	cuando se encuentre los		
Glover	Metamidofos		primeros pulgones en la mata		
			efectuándolas cada 7 días.		
Gusano barrenador	Ambush	1.0-1.5	Aplique antes de la floración		
Diaphania	35 CE		y después de haberse		
<i>Hyalinata</i> Linn.	Arrivo 200	1.0-1.5	formado los frutos.		
Diabrótica	Metamidofos	1.0	Aplicar cuando encuentre los		
(diabroticas spp)	diabroticas spp) (Dimetoato 40)		primeros insectos.		

Fuente: Mirafuentes, (2002). \*PC. Producto comercial

Las principales enfermedades que atacan a la sandía en el estado de Tabasco, se mencionan en el Cuadro 11, así como sus medidas para prevención y control.

Cuadro 11. Principales enfermedades de la sandía y algunos productos

químicos para su control

Enfermedad	Fungicida I.A.	Nombre Comercial	Dosis g L <sup>-1</sup>
Mildiu	Mancoseb	Manzate	3.5
Pseudoperonospora	Clorotalonil	Daconil	2.0
Cubensis	Azoxystrobin	Amistar	1.0
Cenicilla	Mancoseb	Mancoseb	3.5
Erysiphe Cichoracarum	Clorotalonil	Balacu	2.0
	Azoxystrobin	Amistar	1.0
Pudrición apical	Sultato de cobre	Aliette	2.0
Phytium Aphanidermatum		Sulfato de cobre	4.0

Fuente: Mirafuentes, 2002. I.A. Ingrediente activo

Por lo que respecta al control de malezas, este es un problema que se considera muy fuerte, si se toma en cuenta que por el riego la maleza se vuelve muy agresiva, aun así, el control se hace básicamente en forma manual y en muy raras ocasiones con herbicidas, algunos productores realizan una práctica de

cubrir la plántula con botes y rociar la maleza externa con Glifosato con excelentes resultados, no existiendo problemas para superficies donde la especies de malezas son gramíneas. Existen el mercado una diversidad de graminicidas (Canales y Sánchez, 2003).

#### 10.8. Poda

Esta operación se realiza de modo optativo, según el marco elegido, ya que no se han apreciado diferencias significativas entre la producción de plantas de sandía podadas y sin podar; que tienen como finalidad controlar la forma en que se desarrolla la planta, eliminando brotes principales para adelantar la brotación y el crecimiento de los secundarios. Consiste en eliminar el brote principal cuando presenta entre 5 y 6 hojas, dejando desarrollar los 4-5 brotes secundarios que parten de las axilas de las mismas, confiriendo una formación más redondeada a la planta. (InfoAgro, s/f).

#### 10.9. Riego

Un mínimo de 380 mm de lámina de riego es requerido para el ciclo del cultivo en suelos arenosos. Como la planta de sandía produce raíces muy profundas, es capaz de extraer agua de niveles inferiores del suelo; por lo tanto es una buena práctica dar un riego abundante para mojar el perfil del suelo muy bien al momento de la siembra. El riego debe continuarse después de iniciada la cosecha, ya que esta dura hasta casi un mes. Si se deja de regar, se inhibe el crecimiento de las cosechas posteriores.

El sistema de riego por goteo es el más usado por los productores y consiste en emisores de 1 a 2 L h<sup>-1</sup>, separadas a 30 cm, de tal manera que a cada planta le corresponde tres emisores, este sistema se considera que tiene una eficiencia de uniformidad de 90 a 95%.

### 10.10. Cosecha.

De acuerdo con la variedad o híbrido, la cosecha se inicia a los 75-95 días después de la siembra, que es cuando los frutos alcanzan su madurez comercial, para esto se debe de tomar en cuenta lo siguiente:

- ♣ En el fruto se produce un ruido sordo y hueco cuando se golpea con los dedos.
- La porción del fruto que descansa en el suelo cambia de color verde a amarillo cremoso.
- El zarcillo opuesto al pedúnculo del fruto está completamente seco.
- Las rayas son más extendidas en la variedad All Swett y la corteza del fruto presenta un color verde oscuro en Pic-nic.

En la cosecha se requiere de personal con experiencia que conozca el grado de madurez de los frutos para diferentes mercados, los frutos deben de cortarse del pedúnculo con navaja esto para evitar el maltrato de plantas. Los frutos cosechados se seleccionan de acuerdo a su calidad y tamaño para su comercialización.

Frutos de exportación: Son de 5 kg de peso en adelante, con buena presentación, formación y uniformidad, sin defectos físicos como grietas, raspaduras, lesiones y daños por insectos o enfermedades. Rezaga a pachanga: Son frutos de pésima formación muy dañados por insectos, de tamaño chico o lesionados. Parte de ella se comercializa en el mercado local, y el resto se desecha (Mirafuentes, 2002).

### XI. MATERIAL GENÉTICO Y VARIEDADES DE SANDÍA

Es común la utilización de semillas mejoradas e híbridos que se adapten mejor a cada región en función de condiciones climáticas, tecnología aplicada y precio de la semilla. Además es muy importante la demanda del consumidor final. En toda la república mexicana es común encontrar empresas de semillas que la importan de EE. UU, siendo los híbridos que actualmente se siembran más: Sangría, Fiesta, Muñeca, Tigrita, Nena, Jamboree y Montreal (SWX 5023) y las triploides Tri–X Brand 313, Summer flavor # 820, Summer flavor # 5244, RWT 8096 y Revolución (Canales y Sánchez, 2003).

La selección de la variedad debe ser según los requerimientos que el mercado demande, siguiendo características tales como: resistencia a virosis, enfermedades, buena firmeza, soporte al manipuleo y transporte al mercado.

Charleston Gray: Es la más conocida de las variedades grandes, es preferida por los productores por ser muy resistente al transporte. Sus frutos son de tamaño mediano a grande, cilíndricos alargados y lisos; la epidermis es verde claro, con líneas más oscuras, la pulpa es roja, dulce y las semillas son negras. Es una variedad resistente a fusarium y antracnosis, con buen desarrollo de follaje.

**Jubil**ee: Tiene frutos alargados con extremos redondos, con franjas verde claro y verde oscuro. Los frutos presentan buena resistencia al transporte y pesan 11.34 a 13.6 kilos; es una variedad resistente a fusarium raza 1 y antracnosis.

Variedades pequeñas: Se encuentran Micky Lee, Perola, Quetzali y Tiger Baby, su peso promedio oscila entre 3.6 a 6.8 kilogramos por fruto. Estas variedades producen hasta 4 a 6 frutos por planta. La variedad Perola es muy vigorosa y productiva, no es muy resistente al transporte.

En verano, no se recomienda sembrar la variedad Charleston Gray por su excesiva susceptibilidad a virosis (FINTRAC, s/f).

Las variedades e híbridos que se sugieren sembrar en el estado de Tabasco según Mirafuentes, (2002) se mencionan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Principales variedades e híbridos de sandia cultivadas en Tabasco.

Variedad o Hibrido	Días a madurez	Tamaño (cm)	Peso (kg)	Forma	Pulpa
All Sweet	90	25 x 56	11-13	Oblonga	Roja brillante
Crimson Sweet	85	38 x 30	8-11	Casi	Roja firme
				Redonda	Muy dulce
Pic-nic	95	25 x 35	8-9	Oblonga	Rojo brillante
Sugar Baby	75	20 x 20	4-5	Redonda	Rojo brillante
Royal Jubilee	95	42 x 23	11-13	Alargada	Rojo brillante firme

Fuente: Mirafuentes, (2002).

# XII. AGROINDUSTRÍAS DE LA SANDÍA

La sandía es un fruto apetecible y se consume en fresco en todas las épocas del año y como todo producto agrícola, las condiciones y tendencias en las preferencias del consumidor final, dicta el comportamiento de su comercialización.

La pulpa es de fácil digestión, pero se recomienda comer sola; dentro de sus propiedades que tiene, es un excelente diurético y depurador sanguíneo, y se recomienda en el tratamiento de riñones. Aunque su contenido de azucares es alto, la cantidad para el cuerpo humano es bajo para aquellos que necesitan bajar de peso.

Puede utilizarse en multitud de recetas, por ejemplo la semilla, aunque no se acostumbra a comerse, son ricas en proteínas, grasas, hidratos de carbono y celulosa; incluso como medicina naturista, que si se come todos los días, se eliminan los parásitos del organismo.

No se tiene suficiente información sobre la industrialización del fruto y la que existe es muy incipiente. Las referencias son de la Ex-Unión Soviética donde se utiliza la pulpa para elaborar una especie de cerveza, de la semilla purgantes, harinas y la extracción de aceite de cocina para consumo humano en la India.

También se incrementa el uso en la industria restaurantera como fruta picada, ensaladas, refresco, y postres, así como en el acompañamiento de mezclas con licor como el Daiquiri de Sandía, Sandía Cosmopolita, Sandía Smoothie.

La importancia de la sandía radica en el consumo en fresco y la industria del helado fabrica las paletas solo para ocasiones especiales ya que por las características de que se pierde el sabor natural y el color rojo vivo la atracción desmerece teniendo preferencia por otro tipo de helado.

### XIII. MERCADO DE LA SANDÍA

Según la FAO, (2009) los principales mercado para la sandia a nivel mundial son:

Estados Unidos Alemania Canadá. Polonia Francia Holanda Emiratos Árabes Unidos Polonia, Reino Unido República Checa Federación de Rusia Austria Italia Hong Kong Bélgica Marruecos Egipto Eslovaquia Pakistán República Árabe Siria Afganistán

## XIV. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA

Con la finalidad de proporcionar una idea general del procedimiento empleado en la zonificación, en los siguientes párrafos se explica de manera resumida el método y, para mayor información al respecto se sugiere consultar "El Manual de la Metodología para Evaluar la Aptitud de las Tierras para la

Producción de Cultivos Básicos en Condiciones de Temporal" de Tijerina *et al.,* (1990).

La producción sustentable de alimentos es determinada por un lado, por los factores ambientales (suelo y clima) y por el otro lado, por un complejo de factores socio-económicos, culturales y tecnológicos. La determinación de zonas de alta potencialidad para el cultivo de la sandía en el presente estudio, solo analiza los factores ambientales.

Para la determinación de las zonas de alta potencialidad para el cultivo de sandía se utilizó el procedimiento de Zonificación Agroecológica propuesto por la FAO (1981). En colaboración con el *International Institute for Applied Systems Analysis* (IIASA) el procedimiento expandió sus capacidades al incorporar una herramienta de ayuda en la toma de decisiones con múltiples criterios para optimizar el uso del recurso suelo, analizando diferentes escenarios en función de un objetivo (Fischer *et al.,* 1999). Derivado de ello la FAO desarrolló el programa de computo AEZWIN que integra todo lo anterior y que se puede adquirir en el portal de la FAO (www.fao.org). En la Figura 2 se esquematiza de manera sucinta la metodología de la zonificación agroecológica (FAO, 1981) utilizada en el cultivo de la sandía.

El mencionado esquema se basa en el análisis del marco biofísico (ambiental), y trata de responder las siguientes preguntas:

- ↓ Existe la posibilidad de expandir o introducir con éxito un cultivo?
- ¿Dónde sembrarlo o establecerlo?
- ♣ En cultivos anuales de secano: ¿Cuando es la época propicia para sembrarlo o establecerlo?
- ♣ ¿Cuánto rendimiento puedo esperar?

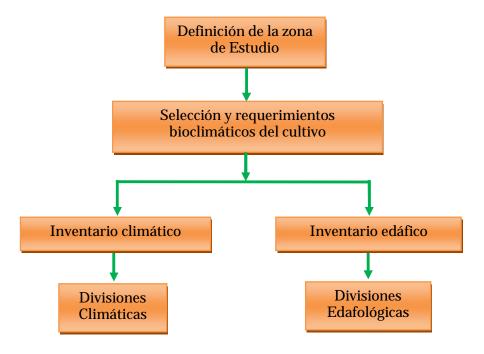


Figura 3. Metodología simplificada de la zonificación agroecológica para el cultivo de sandía.

Una vez definida la zona de estudio, el procedimiento en general, comprende ocho etapas, las cuales son:

- 1. Definición de los requerimientos agroecológicos del cultivo.
- 2. Acopio de datos climatológicos y estimación de elementos faltantes.
- 3. Análisis agroclimático, para definir el inventario climático y las divisiones climáticas.
- 4. Análisis fisioedáfico para definir el inventario edáfico y las divisiones edafológicas.
- 5. Elaboración de los mapas componentes.
- 6. Síntesis cartográfica sucesiva.
- 7. Presentación de resultados.
- 8. Verificación de campo (cuando el cultivo existe en el campo).

# XV. SELECCIÓN Y REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE SANDÍA

Las variables principales que se consideraron para determinar las zonas con alto potencial productivo en el cultivo de sandía fueron: clima y suelo por la relación directa guardan con el rendimiento del cultivo. Dentro de las variables bioclimáticas se analizaron cinco elementos climáticos y ocho propiedades edafológicas (físicas y químicas) (Cuadro 13). Estos requerimientos bioclimáticos se tomaron de los reportados por la FAO en el siguiente sitio de Internet: http://www.ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropFindForm.

Cuadro 13. Variables seleccionadas para definir áreas potenciales para el cultivo de sandía en el estado de Tabasco.

Variable climáticas	Variable edáficas
Precipitación total	Profundidad
Temperatura media anual	Fertilidad
Promedio de la temperatura mínima	Textura
Promedio de la temperatura máxima.	рН
Radiación	Pendiente (%)
	Drenaje
	Salinidad
	Toxicidad por aluminio.

Como parte del proceso de selección de la información, se utilizó la base de datos del programa ERIC III (IMTA, 2003); que permitió analizar los registros diarios de temperatura y precipitación de 93 estaciones meteorológicas en el estado de Tabasco, utilizando como criterios la longitud de la serie histórica y su distribución geográfica para el Estado.

De estas 93 estaciones reportadas para el estado de Tabasco, solo 35 cumplían con los requisitos anteriores, ya que el resto mostraban información incompleta, registros cortos y/o poca representatividad geográfica.

Para complementar la información reportada por ERIC III, (IMTA, 2003), se acudió a la base de datos reportada por García, (2004) para las variables de precipitación y temperaturas, buscando que cubriesen de manera regular al estado de Tabasco. De esta manera, se seleccionaron las 35 estaciones meteorológicas que se reportan en el (Anexo 1).

Se consultó información vía INTERNET, así como la documentación disponible en la Biblioteca del Colegio de Postgraduados en Cárdenas Tabasco y la biblioteca del INIFAP en Huimanguillo Tabasco. Esto con la finalidad de hacer una investigación más extensa en conocimientos edafoclimáticos del cultivo de sandía.

#### 15.1. Inventario climático

La elaboración de un inventario climático de acuerdo a los lineamientos de la FAO, (1978 y 1981) consta de dos etapas: 1) definición de las divisiones climáticas mayores, y 2) obtención de los periodos de crecimientos.

#### 15.1.1. División climática

Las divisiones climáticas fueron definidas en base a los requerimientos térmicos del cultivo, que limitan su distribución a escala global.

Para establecer las divisiones climáticas mayores, como primer paso se considera el efecto de la altitud, en espacio y tiempo, sobre la temperatura media. Para lo cual, las temperaturas medias mensuales se convirtieron a temperaturas a nivel del mar, con un gradiente altotérmico de 0.5 °C/100 m de elevación, con el trazo de isolíneas. Es importante mencionar que para el estado de Tabasco no hubo problemas en la clasificación del clima porque es similar en toda la región.

#### 15.1.2. Período de crecimiento

El período de crecimiento se considera como el número de días durante el año en los que existe disponibilidad de agua y temperaturas, favorables para el desarrollo de la sandía.

Para calcular el inicio, final y duración en días, del periodo de crecimiento de los cultivos, de acuerdo con el método de la FAO (FAO, 1978 y 1981), se utilizó el programa AGROCLIM, (Aceves-Navarro *et al.*, 2008) que realiza dicho cálculo a partir de datos mensuales de precipitación y temperatura observados y datos de evapotranspiración potencial que se estiman para cada estación meteorológica.

#### 15.2. Inventario edafológico

#### 15.2.1. División edafológica

La segunda etapa del método consiste en la evaluación del recurso suelo con base en las unidades del sistema FAO/UNESCO, las variables utilizadas fueron las que se muestran en el Cuadro 13. Las cuales fueron comparadas con las subunidades de suelo del estado de Tabasco de Palma *et al.*, (2007).

Posteriormente, se realizó la sobreposición de los mapas de clima y suelo para delimitar las áreas aptas para el cultivo de sandía.

#### 15.3. Fuentes de información

#### 15.3.1. Información climática

El presente estudio se realizó a partir de las siguientes fuentes:

Se usó el Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC) (IMTA, 2003), el cual, facilita la extracción de la información contenida en la base de datos CLICOM, del banco de datos histórico nacional del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CNA, 2005). De las cuales se seleccionaron las 35 estaciones meteorológicas que cumplían con los requisitos mencionados en el apartado XV.

#### 15.3.2. Información edafológica

Se utilizó la información reportada en el Plan de Uso Sustentable de los Suelos de Tabasco de la Fundación Produce Tabasco, que contiene resultados generados de los últimos 25 años, sobre el conocimiento de los suelos; aborda aspectos físicos y químicos, clasificándolos de acuerdo a la Organización de la Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación y Organización de la Naciones Unidad para la Educación, Ciencia y la Cultura (FAO/UNESCO), Palma et al., (2007).

### 15.3.3. Información cartográfica

La herramienta que se utilizó para la elaboración de cartografía fue el sistema de información siguiente:

Programa ArcView GIS (ESRI, 2004), que consiste en un sistema de mapeo computarizado que relaciona lugares con información agroclimática, iguales a las del cultivo de sandía, las cuales se denomina áreas con alto potencial productivo.

# XVI. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE SANDÍA

En la actualidad existen diferentes procedimientos para establecer el potencial de producción de cultivos para una zona, los cuales en general, consisten en estimar el rendimiento máximo y demeritarlo de acuerdo a los problemas ambientales o de manejo que se presenten.

Uno de esos procedimientos es el conocido como el método de Zonas Agroecológicas que fue propuesto por FAO, (1978). En el presente trabajo se utilizó este procedimiento, adaptándolo y modificándolo para estimar el rendimiento potencial de la sandía en Tabasco.

La estimación de rendimiento máximos propuestos en el proyecto de Zonas de Agroecológicas de la FAO, (1978 y 1981), se basa en la ecuación (1).

$$Y = Bn^*Hi \tag{1}$$

Donde:

Y = Rendimiento máximo sin restricciones (kg ha<sup>-1</sup>).

Bn = Producción de biomasa neta (kg ha<sup>-1</sup>).

Hi = Índice de cosecha (adimensional).

La biomasa neta (Bn) se entiende como la materia seca total y el rendimiento (Y) como la materia seca económicamente aprovechable que pueden producir plantas sanas, con un suministro adecuado de agua y nutrientes. Siendo el índice de cosecha (Hi) por lo tanto, una parte proporcional de la biomasa neta.

La biomasa neta (Bn) para un cultivo se calcula mediante la ecuación (2).

Bn = 
$$(0.36*bgm*L)/((1/N) + 0.25*C_t)$$
 Expresada en (kg ha<sup>-1</sup>). (2)

Donde:

bgm = Tasa máxima de producción de biomasa bruta para un IAF 5 en (kg ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) se calcula mediante la ecuación (3).

$$bgm = F^*b_0 + (1 - F)^*b_c$$
 Expresada en (kg ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) (3)

Donde:

F = Fracción del día cubierta con nubes estimada con la ecuación (4).

$$F = (A_c - 0.5*Rg)/(0.80*Rg)$$
 (4)

Donde:

Ac = Radiación fotosintéticamente activa en un día totalmente despejado (cal cm<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>) (Tablas para Pm = 20 kg ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>).

Los valores de (Ac) para diferentes latitudes se reportan tabulados por FAO, (1978). Asumiendo que la radiación fotosintéticamente activa de un día totalmente cubierto es el 20% de (Ac) y que la radiación fotosintéticamente activa equivale al 50% de la radiación global total de onda corta (Rg) tomada de (Peralta-Gamas *et al.*, 2008).

También se reportan en tablas los valores de bc y bo para plantas con una fotosíntesis máxima (Pm) de 20 kg CH<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, para lo cual se requiere calcular la temperatura diurna (T<sub>foto</sub>), la cual se calcula con la ecuación (5).

$$T_{foto} = T_{max} - (1/4)(T_{max} - T_{min})$$
 (5)

T<sub>max</sub> = Temperatura máxima

 $T_{min}$  = Temperatura mínima

Rg = Radiación global medida (cal cm<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>)

bo = Tasa de fotosíntesis bruta en días completamente nublados (kg ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) (Pm = 20 kg ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>). Se obtiene de Tablas, entrando con el valor de la latitud de la localidad en cuestión.

bc = Tasa fotosíntesis bruta en días completamente despejados (kg  $ha^{-1} d^{-1}$ ) (Pm = 20 kg  $ha^{-1} h^{-1}$ ). Se obtiene de Tablas, entrando con el valor de la latitud de la localidad en cuestión.

bo y bc son valores diarios y en cultivos cerrados (IAF  $\geq$  5)

L = Coeficiente de tasa máxima de crecimiento, fue calculado mediante la ecuación (6).

$$L = 0.3424 + 0.9051*log_{10}(IAF)$$
 (6)

IAF = Índice de área foliar utilizada fue de  $5 \log_{10}(IAF)$  se obtiene de gráfica. N = Duración del ciclo del cultivo (110 días).

Ct = Coeficiente de respiración (Rm). Este coeficiente se calcula con la ecuación (7).

$$C_t = C_{30}^* (0.044 + 0.00019^*T + 0.0010^*T^2)$$
 (7)

 $C_{30} = 0.0108$  para cultivos como la sandía que no son leguminosas.

T = Temperatura media (Celsius).

Para un mayor detalle y ejemplificación de la utilización de éste procedimiento de cálculo, se recomienda al lector consultar a Tijerina *et al.*, (1990). Así como el Boletín 73 de la FAO (FAO, 1977).

Obtenida la biomasa neta se procede a calcular el rendimiento potencial; el cual se obtiene al multiplicar la biomasa neta por el índice de cosecha (Hi) del cultivo de la sandía. El valor de Hi del cultivo de la sandía utilizado fue de 0.80, el cual fue tomado de Battiliani y Solimando, (2006).

### XVII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de las variables climáticas y edáficas, que más influyen en el crecimiento y desarrollo en el cultivo de la sandía, se mencionan en la ficha técnica (Anexo 2).

Desde el punto de vista climático (temperatura y precipitación) todo el estado de Tabasco es apto para cultivar sandía en el ciclo otoño-inverno (Anexo 3). En el ciclo primavera-verano las temperaturas promedios que se registran en el estado de Tabasco son muy altas, las cuales causan deshidratación en las flores; motivos por el cual no se recomienda cultivar esta hortaliza en el ciclo primavera-verano.

En cuanto, a los requerimientos de suelo para el cultivo de sandía, el estado de Tabasco cuenta con 7 subunidades de suelo aptas para este cultivo, que en conjunto suman una superficie de 466,846 hectáreas, las cuales se mencionan a

continuación: Fluvisol Éutrico (FLeu), Fluvisol Éutrico, Vertisol Crómico (FLeu, VRcr), Fluvisol Dístrico (FLdy), Arenosol Hipoluvico (ARIvw), Leptosol Réndzico, Leptosol Lítico (LPrz, LPli), Leptosol Réndzico, Vertisol Éutrico (LPrz, VReu) y Leptosol Réndzico (LPrz).

Estas subunidades de suelo, son las que cumplieron con las variables edáficas (química y física) del Cuadro 13, que exige como mínimo el cultivo de sandía, para alcanzar rendimientos aceptables de frutas y que se reportan en el Anexo 2.

El resto de la superficie de Tabasco, no presenta suelos aptos para este cultivo. Por ejemplo la unidad de suelos Histosoles (Hs) que abarca una superficie de 90,581.87 ha son suelos inundables, no aptos para cultivar esta hortaliza. Otro ejemplo más lo constituyen la unidad de suelo Gleysol (GL), que abarca una superficie de 675,272.38 hectáreas, estos suelos presentan saturación con agua durante cierto periodo del año o todo el año.

El análisis edafoclimático (clima y suelo) muestra que el estado de Tabasco, cuenta con una superficie potencial de 466,745 hectáreas para cultivar sandía, que se distribuyen en los 17 municipios del estado de Tabasco (Figura 3), de las cuales el 74% de ellas se concentran en cinco municipios que se jerarquizan a continuación: Balancán (142,164 ha), Tenosique (89,012 ha), Tacotalpa (40,133 ha), Cárdenas (38,307 ha) y Huimanguillo (34,978 ha). En la Figura 4 se ilustran las zonas de color rojo con alto potencial productivo para producir sandía en el estado de Tabasco.

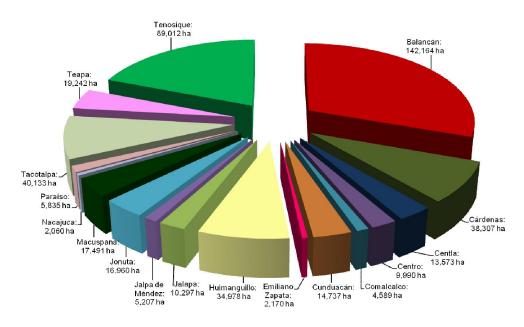


Figura 3. Superficie por municipio con alto potencial para cultivar sandía en el estado de Tabasco

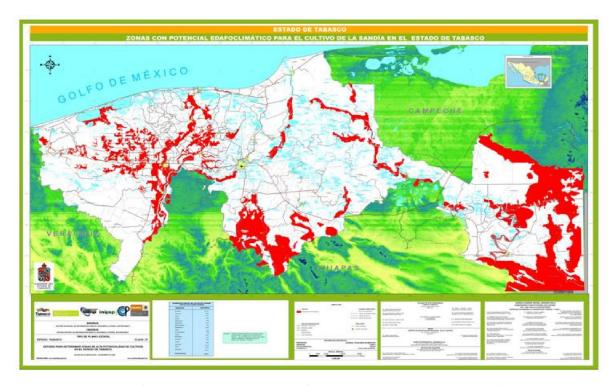


Figura 4. Distribución geográfica de la superficie con alto potencial productivo para el cultivo de la sandía en Tabasco.

El rendimiento potencial del cultivo de la sandía para el estado de Tabasco es de 84 t ha<sup>-1</sup>. Estos rendimientos fueron estimados para distancias de siembra con 3 metros entre surcos y 3 m entre plantas. Se cultivan dos plantas por golpe o surco, para obtener una población de 3733 plantas hectáreas<sup>-1</sup>.

Dichos rendimientos estimados para el cultivo de sandía son muy superiores a los reportados en el 2008 a nivel nacional en la modalidad de temporal, donde se reportan rendimientos 14.38 t ha<sup>-1</sup>. Aunque en dicha modalidad el estado de Chihuahua reporta rendimientos de 31.6 t ha<sup>-1</sup>. Por otra parte los rendimientos promedios reportados en la modalidad de riego son de 48.42 t ha<sup>-1</sup>, los cuales si se comparan con los estimados para el estado de Tabasco se ven superados en 35.58 t ha<sup>-1</sup>, aunque en la misma modalidad el estado de Colima reporta rendimientos de 50.51 t ha<sup>-1</sup> (SIAP-SAGARPA, 2009).

A nivel estatal el municipio de Cunduacán es quien reporta los mayores rendimientos en la modalidad de temporal en los últimos seis años con 18.44 t ha<sup>-1</sup>, los cuales si se comparan con los rendimientos potencial calculados para el estado de Tabasco son muy inferiores. Sin embargo, los rendimientos reportados por el municipio de Emiliano Zapata en la modalidad de riego en el 2007 son de 60 t ha<sup>-1</sup>, los cuales se ven superados en 24 t ha<sup>-1</sup> (SIAP-SAGARPA, 2009).

La radiación global en el estado de Tabasco, presenta una variación muy pequeña, ya que las tierras continentales del estado de Tabasco son en su mayoría planicies, por ello los rendimientos estimados son similares en todo el territorio tabasqueño.

## XVIII. CONCLUSIONES

Del presente estudio realizado, con la metodología propuesta por la FAO, (1978) se desprenden las siguientes conclusiones:

- ♣ En el ciclo otoño-invierno todo el estado de Tabasco es apto para cultivar, sandía. En el ciclo primavera-verano el cultivo de esta hortaliza se ve restringido debido a las altas temperaturas, las cuales deshidratan los órganos de reproducción.
- ♣ El potencial edafológico del estado de Tabasco, para el cultivo de la sandía es de 466,846 hectáreas.
- ♣ La superficie con alto potencial edafoclimático (clima y suelo) para cultivar sandía en el estado de Tabasco es de 466,846 hectáreas.
- ♣ El principal factor ambiental que más limita el potencial productivo para el cultivo de la sandia en el estado de Tabasco es el factor suelo.
- Los rendimientos potenciales esperados para el cultivo de sandía en el estado de Tabasco son de 84 t ha<sup>-1</sup>.
- ➡ El 74% de la superficie con alto potencial edafoclimático se concentran en cinco municipios que se jerarquizan a continuación: Balancán (142,164 ha), Tenosique (89,012 ha), Tacotalpa (40,133 ha), Cárdenas (38,307 ha) y Huimanguillo (34,978 ha).
- Las fechas de siembra para establecer el cultivo de sandía en el estado de Tabasco son del 15 de noviembre al 15 enero.

# XIX. BIBLIOGRAFÍA

- Aceves-Navarro, L.A.; Arrieta-Rivera, A. y Barbosa-Olán, J.L. 2008. Manual de AGROCLIM 1.0. Colegio de Postgraduados. H. Cárdenas Tabasco. 28 p.
- Anónimo. 2009. Guía para el cultivo de sandía (*Citrullus Lanatus*). Disponible en: <a href="http://www.occidenteagricola.com/pdf/MANUALES%20TECNICOS%20HORTICOLA/P">http://www.occidenteagricola.com/pdf/MANUALES%20TECNICOS%20HORTICOLA/P</a> rograma%20de%20diversificacion%20horticola%20Cultivo%20de%20Sandia.pdf.
- Battiliani, A. and Solimando, D. 2006. Yield, quality and nitrogen use efficiency of fertigated watermelon. Act. Hort. 700: 85-90.
- Canales, C. R.; Sánchez, B. J. A. 2003. Cadena agroalimentaria de sandía, caracterización de los eslabones de la cadena e identificación de los problemas y demandas tecnológicas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, y Pecuarias (INIFAP). pp. 7-8,18.
- CNA, (Comisión Nacional de Agua). 2005. Productos Climatológicos. Servicio Meteorológico Nacional. Disponible e n. <a href="http://smn.cna.gob.mx">http://smn.cna.gob.mx</a>.
- Doorenbos, J.; Kassam, A.H. 1980. Efecto del Agua Sobre el Rendimiento de los Cultivos. FAO. Roma. Italia. 212 p.
- ESRI. (Environmental System Research Institute). 2004. ArcGIS 9. Getting Started With ArcGIS. 2004. Sistema de información. USA.
- FAO, (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1977. Zonificación Agro-ecológica. Boletín de Suelos de la FAO 73.

- FAO, (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1981. Report on the Agro-ecological Zones Project. Vol. 1: Methodology and Results for Africa. World Soils Report No. 48. Rome, Italia.
- FAO, (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1978.

  Agroecological Zones Project. World Soil Resources. Report Num. 48.

  Vol. 1, Africa. 158 p.
- FAO. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Versión 1.0. AGLS. FAO. Rome, Italy.

  Disponible en: <a href="https://www.ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropFindForm">www.ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropFindForm</a>.
- FAO, (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2009. Disponible en. http://faostat.fao.org/site/636/default.aspx#ancor
- FINTRAC. s/f. Manual cultivo de sandía. Disponible en: www.fintrac.com/docs/elsalvador/manual\_cultivo\_sandia2.doc
- Fischer, G.; Granat, J y Makowski, M. 1999. AEZWIN An interactive multiplecriteria analysis tool for land resources appraisal. World Soil Resources Reports 87. Food and Agriculture Organization of the United Nations. International Institute for Applied Systems Analysis. 91 p.
- García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. Serie Libros, Num. 6. México D.F. 90 p.
- IICA, (*Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Representación del IICA en Nicaraguà*). 2007. Guía Práctica para la Exportación a EE.UU de Sandía. Managua, Nicaragua. 11 p. Disponible en: <a href="http://www.iica.int.ni/GuiasTecnicas/Cultivo Sandia.pdf">http://www.iica.int.ni/GuiasTecnicas/Cultivo Sandia.pdf</a>

- IMTA, (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2003. ERIC III. Extractor Rápido de Información Climatológica v.1.0. 2007.
- InfoAgro. S/F. El cultivo de la sandía. Disponible en:
  <a href="http://www.infoagro.com/frutas/frutas-tradicionales/sandia.htm">http://www.infoagro.com/frutas/frutas-tradicionales/sandia.htm</a>
- Maroto, B. J. V. 2002. Botánica (taxonomía y fisiología) y adaptabilidad de la sandía. p. 16. En: El cultivo de la Sandía. Cuaderno de Agricultura No 7. Fundación Caja Rural Valencia, España. Ediciones Mundi-Prensa.
- Maynard, D. N and Hochmuth, G. J. 1997. Knott's Handbook for Vegetable Growers. John Willey and Sons. 4ª ed. New York. Chichester.
- Mirafuentes, H. F. 2002. Tecnología para Producir Sandía en el Estado de Tabasco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 20 p.
- Navot, N and Lamir, D. 1987. Isozyme and seed protein phylogeny of genus Citrullus (Cucurbitaceae). Plant Systematic and Evolution (146) 61-67.
- Palma-López, D. J.; Cisneros, D. E.; Moreno C. E y Rincón-Ramírez, J. A. 2007.

  Suelos de Tabasco: Su Uso y Manejo Sustentable. Colegio de Postgraduados-ISPROTAB-FRUPROTAB. Villahermosa, Tabasco, México. 195 p.
- Peralta-Gamas, M.; Jiménez-Jiménez, R.; Martínez-Gallardo, J.B.; Castro, F.C.R.; Bautista-Bautista, E.; Rivera-Hernández, B.; Pascual-Córdova, A.; Caraveo-Ricardez, A.C y Aceves-Navarro, L.A. 2008. Estimación de la variación espacial y temporal de la radiación solar en el estado de Tabasco, México. XX Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria de Tabasco. Villahermosa Tabasco. pp. 243-253.

- Restrepo, T. J. 1998. El Cultivo de la Sandía o Patilla *Citrullus Lanatus* en el Departamento del Meta. Manual de Asistencia No. 07. Villavicencio, Meta Colombia. Corporación Colombia de Investigación Agropecuaria. 24 p.
- SIAP-SAGARPA. 2009. Servicio de información agroalimentaria y pesca-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Disponible en. <a href="http://www.siap.sagarpa.gob.mx">http://www.siap.sagarpa.gob.mx</a>
- Tijerina-Chávez L.; Ortiz-Solorio C.; Pájaro-Huertas D.; Ojeda-Trejo. E.; Aceves-Navarro L. A. y Villalpando-Barriga O. 1990. Manual de la Metodología para Evaluar la Aptitud de las Tierras para la Producción de los Cultivos Básicos, en Condiciones de Temporal. Colegio de Postgraduados. Programas de Agrometeorología. SARH. Montecillo, México. 113 p.

# **ANEXOS**

Anexo 1. Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en el estado de Tabasco.

estado de Tabasco.										
MUNICIPIO		ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD					
BALANCÁN	1	APATZINGAN	705156	1946979	65					
	2	BALANCAN	655091	1969771	18					
	9	EL TRIUNFO	693295	1984127	60					
	27	SAN PEDRO	695219	1968096	40					
CÁRDENAS	4	CAMPO EW-75	557540	1983263	8					
	5	CARDENAS	459419	1990228	21					
CENTLA	34	VICENTE GUERRERO	510562	2033891	8					
CENTRO	18	MACULTEPEC	517627	2008633	10					
	25	PUEBLO NUEVO	513608	1957983	60					
	33	VILLAHERMOSA	507587	1989818	10					
COMALCALCO	6	COMALCALCO	687931	2021525	20					
CUNDUACÁN	7	CUNDUACAN	481482	1998492	26					
	26	SAMARIA	471059	1986519	17					
	32	TULIPAN	463500	2002205	16					
	10	EMILIANO ZAPATA	701469	1961701	16					
HUIMANGUILLO	11	FCO. RUEDA	404399	1972592	7					
	16	LA VENTA	391568	2005239	20					
	20	MEZCALAPA	455800	1949668	50					
	21	MOSQUITERO	432846	1958952	32					
	24	PAREDON	459189	1964044	12					
JALPA DE MÉNDEZ	12	JALPA DE MENDEZ	493478	2009179	10					
JONUTA	13	JONUTA	589944	1999612	13					
MACUSPANA	14	KM662	549151	1949496	100					
	19	MACUSPANA	541873	1963308	60					
	31	TEPETITAN	564905	1971084	10					
PARAÍSO	23	PARAISO	478849	2034453	0					
TACOTALPA	8	DOS PATRIAS	521395	1947419	60					
	17	LOMAS ALEGRES	533597	1946882	70					
	22	OXOLOTAN	526557	1921057	210					
	28	TAPIJULAPA	318383	1931626	167					
TEAPA	15	LA HUASTECA	507863	1961606	16					
	29	TEAPA	505129	1941876	72					
TENOSIQUE	3	BOCA DEL CERRO	659848	1927016	100					
	30	TENOSIQUE	667062	1932608	32					
	35	FRONTERA	538702	2047388	1					

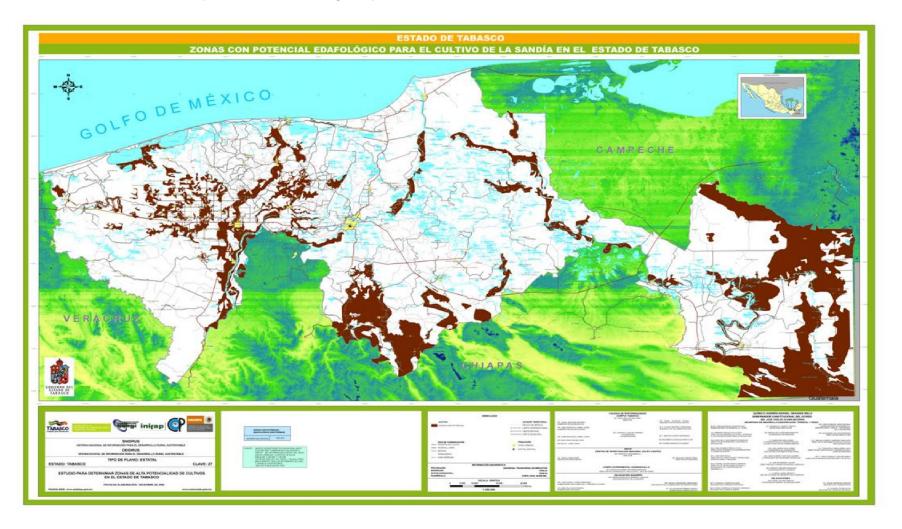
Anexo 2. Requerimientos bioclimáticos del cultivo de la sandía (FAO, 1994).

	Óptima		Abs	oluta	Suelo	Óptima	Absoluta	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima				
Requerimientos	20	35	15	40	Profundidad	Mayor	Media	
de temperatura						(>150 cm)	(50 a 150cm)	
Lluvia anual	500	700	400	1800	Textura	Media	Ligera	
Latitud	20	10	43	43	Fertilidad	Alta	Baja	
Altitud	-	-	-	1000	Toxicidad al	-	-	
					aluminio			
pH del suelo	6.0	7.0	5.5	7.5	Salinidad	Baja	Media	
						(<4 dS/m)	(4-10 dS/m)	
Intensidad de la	Cielos	cielo muy	Cielo	Cielo muy	Drenaje	Buen drenaje		
luz	despejados	brillante	nublados	brillante				

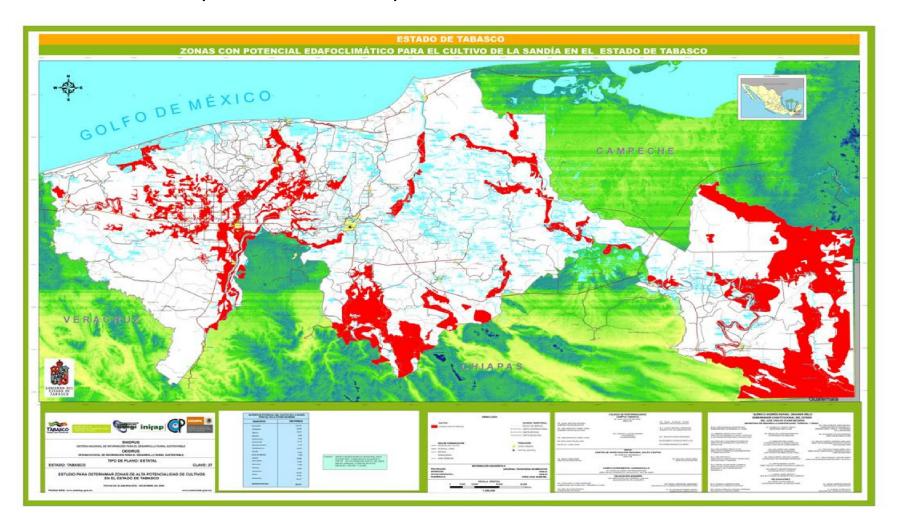
Anexo 3. Zonas con alto potencial climático para cultivar sandía en el estado de Tabasco.



Anexo 4. Zonas con alto potencial edafológico para cultivar sandía en el estado de Tabasco.



Anexo 5. Zonas con alto potencial edafoclimático para cultivar sandía en el estado de Tabasco.



# Anexo 6. Análisis químico de las subunidades de suelo.

# SUBUNIDAD: Fluvisol Èutrico (FLeu)

Horizonte	TEXTURA		рН	M.O.	cmol (+) kg <sup>-1</sup>					P. asim	C.C.	P.M.P.	D.A.	
	<b>A</b> %	L%	R%	H₂O	%	CIC	Ca	Mg	Na	K	mg kg <sup>-1</sup>	%	%	Mg m <sup>-3</sup>
A1	46.1	16.3	37.6	6.3	2.52	31.0	16.75	7.30	0.54	0.46	2.62	33.10	-	1.56
С	43.2	29.9	26.9	6.3	0.28	28.30	12.87	6.94	0.65	0.27	0.70	-	-	1.49
2C1	92.3	4.8	2.9	6.4	0.42	8.10	3.37	1.27	0.41	0.13	8.05	-	-	1.45
2C2	94.3	1.8	3.9	6.7	0.49	5.70	2.87	0.82	0.30	0.10	4.55	-	-	1.40
2C3	96.3	1.8	1.9	6.7	2.81	4.40	2.0	1.80	0.22	0.06	5.25	-	-	1.89

## SUBUNIDAD: Leptosol Réndzico (LPrz)

Horizonte	_	TEXTUR	<u>A</u>	рН	МО		<u>cr</u>	<u>cmol (+) kg <sup>-1</sup></u>			P Asim.		
	Α%	L%	R%	H <sub>2</sub> O	%	CIC	Ca Mg	Na K			mg kg <sup>-1</sup>		
Ар	57	15	28	8.2	6.72	56.29	54.01	2.07	-	0.21	9.5		
CR	52	22	26	8.4	1.88	44.21	43.32	0.84	-	0.05	1.36		