



GOBIERNO DEL
ESTADO DE
TABASCO

SAGARPA



SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN

ESTUDIO PARA DETERMINAR ZONAS DE ALTA POTENCIALIDAD DEL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus* var *comosus*) EN EL ESTADO DE TABASCO



SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGROPECUARIO
FORESTAL Y PESCA



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



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 Mancilla

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	2
III.	ORIGEN DEL CULTIVO DE LA PIÑA	2
IV.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA PIÑA	3
V.	DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PIÑA	4
VI.	RELACIÓN DE PAÍSES QUE PRODUCEN PIÑA EN EL MUNDO	7
VII.	SUPERFICIE CULTIVADA Y RENDIMIENTO DE PIÑA POR ESTADO Y A NIVEL NACIONAL	8
VIII.	REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DE LA PIÑA	11
IX.	REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS DE LA PIÑA	13
X.	TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE LA PIÑA	13
	10.1. Preparación del terreno	13
	10.1.1. Chapeo	13
	10.1.2. Barbecho	14
	10.1.3. Rastreo	14
	10.1.4. Nivelación y Drenaje	14
	10.2. Prácticas de conservación y mejoramiento del suelo	15
	10.2.1. Camas con pendiente controlada.....	15
	10.2.2. Sistemas de canales y drenes.....	15
	10.2.3. Terrazas de muro vivo	15
	10.3. Control de la acidez	16
	10.4. Material de propagación	17
	10.4.1. Corona	17
	10.4.2. Gallos	17
	10.4.3. Clavos.....	17
	10.5. Época de siembra	18
	10.6. Método de siembra	19
	10.7. Densidad de siembra	20
	10.8. Fertilización o abonado	21
	10.8.1. Dosis por planta	22
	10.8.2. Fuentes fertilizantes.....	22

10.9. Control de maleza	24
10.9.1. Control químico	25
10.9.2. Control mecánico	25
10.10. Control de plagas	25
10.11. Control de enfermedades.....	38
10.12. Riego.....	40
10.12.1. Riego por aspersión	41
10.12.2. Riego por goteo	43
10.13. Cosecha	43
XI. MATERIAL GENÉTICO Y VARIEDADES DE PIÑA	44
XII. AGROINDUSTRIA DE LA PIÑA	46
XIII. SUBPRODUCTOS DE LA PIÑA	51
XIV. MERCADO DE LA PIÑA	52
XV. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA	54
XVI. SELECCIÓN Y REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE PIÑA	56
16.1. Inventario climático	57
16.2. División climática	58
16.1.2. Período de crecimiento	58
16.2. Inventario edafológico	58
16.2.1. División edafológica	58
16.3. Fuentes de información	59
16.3.1. Información climática	59
16.3.2. Información edafológica.....	59
16.3.3. Información cartográfica	59
XVII. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE PIÑA	60
XVIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
XIX. CONCLUSIONES	67
XX. BIBLIOGRAFÍA	68
XXI. ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Países que cultivan piña a nivel mundial	7
Cuadro 2. Superficie cultivada de piña por estado y a nivel nacional en la modalidad de temporal en hectáreas	8
Cuadro 3. Rendimiento de piña por estado y a nivel nacional en la modalidad de temporal ($t\ ha^{-1}$)	9
Cuadro 4. Superficie cultivada de piña por estado y a nivel nacional en la modalidad de riego en hectáreas	10
Cuadro 5. Rendimiento de piña por estado y a nivel nacional en la modalidad de riego ($t\ ha^{-1}$)	10
Cuadro 6. Cantidad de cal dolomítica que se debe aplicar por hectárea según el pH del suelo en el cultivo de piña en la cuenca baja del Papaloapan	16
Cuadro 7. Dosis de N-P-K-Mg por planta y por ciclo, de acuerdo con la densidad de plantación utilizada	23
Cuadro 8. Insecticidas para el control del piojo harinoso y hormigas en el cultivo de la piña.....	30
Cuadro 9. Consideraciones a tomar en cuenta antes de cosechar la piña	45
Cuadro 10. Países que importan piña en el mundo (FAO, 2009).....	53
Cuadro 11. Variables seleccionada para definir áreas potenciales para el cultivo de piña en el estado de Tabasco.	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Superficie cultivada de piña en México en su modalidad de temporal más riego en el 2008.	11
Figura 2. Metodología simplificada de la zonificación agroecológica para el cultivo de piña.....	55
Figura 3. Superficie por municipio con alto potencial para cultivar piña en el estado de Tabasco	65
Figura 4. Distribución geográfica de la superficie con alto potencial productivo para cultivar piña en el estado de Tabasco.....	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en el estado de Tabasco	74
Anexo 2. Requerimientos bioclimáticos del cultivo de piña (FAO, 1994)	75
Anexo 3. Zonas con alto potencial climático para cultivar piña en el estado de Tabasco.....	76
Anexo 4. Zonas con alto potencial edafológico para cultivar piña en el estado de Tabasco	77
Anexo 5. Zonas con alto potencial edafoclimático para cultivar piña en el estado de Tabasco	78
Anexo 6. Análisis químico de los suelos	79

I. INTRODUCCIÓN

La piña es considerada como una de las frutas con mayor demanda a nivel mundial, ya sea por su agradable sabor, aroma y contenido de vitamina A y C, (Caamal y Tun, 2003).

La piña es el segundo cultivo tropical de mayor importancia a nivel mundial después del banano, aportando más del 20% del volumen mundial de frutas tropicales. México hasta el 2002 ocupaba la séptima posición mundial en la producción de piña, aportando el 4% del volumen total mundial (FAO, 2002).

A nivel mundial existen 14 países que dominan el cultivo de piña, en el cual México es el líder en rendimiento con 42.8 t ha^{-1} , pero su producción es superada por Tailandia, Filipinas, Brasil, y China, quienes reportan rendimientos de 23.6 t ha^{-1} , 37.5 t ha^{-1} , 24.3 t ha^{-1} y 36.2 t ha^{-1} respectivamente (FAO, 2002). Aunque existen otros países que superan a México en producción, estos no se consideran de importancia ya que su participación en el mercado mundial es menor al 2%.

La superficie cultivada de piña en México en el 2008 fue de 29,467.75 hectáreas, las cuales produjeron 718,292.15 toneladas, con un valor de \$1,945,098,250 M.N (SIAP-SAGARPA, 2009). Sin embargo, México no figuró en el 2007 como país exportador de piña en la lista de 82 países exportadores (FAO, 2009).

El estado de Tabasco en el 2008 ocupó el cuarto lugar en superficie sembrada con 1,287 hectáreas, y el tercer lugar en producción con 42,400 toneladas, las cuales alcanzaron un valor de \$126,570,000.00 M.N. (SIAP-SAGARPA, 2009).

El mayor importador de piña a nivel mundial es los Estados Unidos con 696,820 toneladas. Aunque, Canadá otro socio comercial de México en el mismo año importó 102,064 toneladas (FAO, 2009).

A pesar de que México, es uno de los socios comerciales más importantes para EUA y Canadá, éste no exporta piña. Lo cual se debe entre otras cosas, a la superficie que se dedica a este cultivo. Asimismo, cerca del 87.8% de la superficie cultivada actualmente se encuentra en la región llamada bajo Papaloapan (Veracruz y Oaxaca). Región en la cual Zetina *et al.*, (2005) reporta con problemas severos de degradación de suelo.

Aunque la piña se cultiva de manera importante en el estado de Tabasco, el gobierno a través de las instituciones mencionadas en la hoja de presentación, realizan el presente estudio de zonificación agroecológica, con la finalidad de conocer las áreas con mayor potencial productivo para el establecimiento del cultivo de la piña, por lo que se plantearon los siguientes objetivos.

II. OBJETIVOS

- ✚ Realizar la zonificación del cultivo de piña (*Ananas comosus* var *comosus*) 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 piña (*Ananas comosus* var *comosus*).

III. ORIGEN DEL CULTIVO DE LA PIÑA

Se estima que la piña se originó en la región situada entre los 15° y 30° de latitud sur y 40° y 60° de longitud oeste, que comprende el centro y sur de Brasil y el norte de Argentina y Paraguay. Las tribus Tupi-Guaraníes nombraron a la piña: *Anana*. del término que significa fruto y *nana*, sabroso.

Abacaxi. del término *iba*, fruto; y *caxi*, oloroso.

Como resultado del intercambio entre tribus y a la gran capacidad y resistencia del material vegetativo para tolerar viajes prolongados, muchos

genotipos o variedades se extendieron a lugares cada vez más alejados del centro de origen, llegando a Centroamérica, México y las Islas Caribeñas. De América se distribuyó a todo el mundo gracias a la apertura de las grandes vías marítimas por los portugueses y españoles durante el siglo XVI. En México la piña se conocía desde épocas prehispánicas; se consumían materiales criollos y se les llamo matzali en lenguaje náhuatl.

IV. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA PIÑA

La piña es una planta monocotiledónea que pertenece a la familia de las Bromeliáceas, de las cuales existen cerca de 50 géneros y alrededor de 2000 especies. Excepto por *Pitcarnia feliciana* (A: Chevarier), una planta nativa del oeste de África, todas las demás especies son originarias de América, especialmente del sur de este continente. La mayoría son xerófitas epífitas, por lo que pueden vivir sobre otras plantas, usando sus raíces como soporte; esto las hace altamente eficientes en el uso del agua (BAC, 2008).

Todos los tipos cultivados de piña pertenecen al género *Ananas* y en particular la especie comestible *comosus*. La clasificación actual de la piña es la siguiente (Coppens y Leal, 2003):

- ✚ *Ananas comosus* var. *ananassoides* (anteriormente dos especies: *A. ananassoides* y *A. nanus*)
- ✚ *Ananas comosus* var. *bracteatus* (anteriormente dos especies: *A. bracteatus* y *A. fritzmuelleri*)
- ✚ *Ananas comosus* var. *comosus* (antes *A. comosus*)
- ✚ *Ananas comosus* var. *erectifolius* (antes *A. lucidus* (antes *A. erectifolius*))
- ✚ *Ananas comosus* var. *parguazensis* (antes *A. parguazensis*)
- ✚ *Macrodontes ananas* (antes *Pseudananas sagenarius*)

Ananas monstruosa ha sido invalidada por Leal (1990), porque la fruta sin corona característica no es estable.

V. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PIÑA

La descripción de las partes y órganos de las plantas de piña corresponden a la variedad “Cayena Lisa” clásica, la más difundida y de mayor importancia a nivel mundial; las otras guardan similitud en sus principios de manera general.

Raíces.

El crecimiento de la planta de piña se asocia a tipos de raíces: primarias (provenientes del embrión de la semilla), adventicias (nacen del tejido vascular del tallo) y secundarias (derivadas de las anteriores). Son cortas, delgadas y ramificadas (Montilla *et al.*, 1997).

El sistema de raíces del suelo, proviene de la base del tallo, tiene una extensión lateral de unos dos metros y penetra a profundidades de hasta 80 cm, aún cuando la mayoría se encuentran en los primeros 30 cm. En las condiciones de clima de Veracruz y Tabasco, el ritmo de crecimiento de ellas es más lento cuando se presentan la época más fría; la calurosa, o bien la más seca del año, las cuales ocurren respectivamente de diciembre a febrero y de abril a la segunda quincena de mayo (Rebolledo *et al.*, 1998).

Arriba del nivel del suelo, las raíces adventicias se desarrollan en las axilas de las hojas, probablemente como respuesta a la acumulación de agua en la base de las mismas por el rocío, lluvia o irrigación. Alcanzan a penetrar dentro del suelo, cuando las hojas viejas mueren o declinan. Las que se inician en los niveles más altos se alargan dentro de las hojas y se extienden varios centímetros alrededor del tallo. Estas raíces absorben gran parte del agua y los agroquímicos aplicados sobre cuando se aplican vía foliar.

Tallo.

Es relativamente corto y grueso; tiene la forma de un mazo de consistencia carnosa y mide de 20 a 40 cm de longitud del ápice hasta su parte ancha, de 6 a 8 cm de diámetro aproximadamente, con entrenudos muy cortos, de 1 a 10 mm entre ellos. Es la fuente de reserva principal de nutrimentos, su peso al momento de la inducción floral está altamente correlacionado con el total de la planta y a su vez con el peso de la fruta a la cosecha.

Hojas.

Una planta adulta presenta de 70 a 80 hojas, dispuestas en espiral formando una roseta en la cual los elementos jóvenes se encuentran en el centro; siguen una fitotaxia de 5/13 (Krauss, 1948) o de 3/5 (Collins, 1960), en donde para el primer caso cada decimo tercera hoja se localiza directamente sobre la hoja inicial, al cabo de cinco vueltas alrededor del tallo.

Las hojas no se caen a medida que la planta crece y las producidas después de la plantación, retienen su clorofila y su turgencia por muchos meses. A la edad de 10 a 12 meses, la planta tiene 60 a 80 hojas completamente desarrolladas; su espaciamiento es muy corto y tiene una longitud máxima de un metro; son generalmente semirrígidas; en relación al eje de la planta, las cercanas al ápice presentan un ángulo de 90° y las más viejas o cercanas al suelo prácticamente 0° (Bartholomew y Kadzamn, 1977).

Desde el punto de vista del manejo del cultivo, las más importantes del conjunto de hojas son las hojas "D", estas son las más jóvenes fisiológicamente maduras, generalmente corresponden a las hojas más altas de la planta a partir del nivel del suelo; son también las más largas después de los ocho a doce meses de edad de la planta; se han usado como indicadores del nivel nutrimental de la planta y para evaluar el efecto del ambiente sobre su estado hídrico y de desarrollo. Su peso está altamente relacionado con el peso de la planta entera (Bartholomew y Kadzamn, 1977).

Pedúnculo.

Es la prolongación del tallo que se desarrolla cuando la planta completa su crecimiento vegetativo; se manifiesta por un engrosamiento del tallo en su meristemo terminal, después de un periodo corto en el cual se había estrechado, en este momento se inicia la diferenciación del pedúnculo, en cuyo extremo apical se desarrolla la inflorescencia que dará origen al fruto.

Flor.

La flor da origen a un fruto individual llamado baya; es hermafrodita del tipo trímera, es decir, con tres sépalos, tres pétalos y seis estambres situados en dos verticilos y un pistilo con ovario ínfero.

Las flores están dispuestas en espiral alrededor de un eje o “corazón”, que es la prolongación del pedúnculo. El número de flores por espiral varía mucho; se considera un total de 100 a 200 flores en las ocho espirales que forman el fruto compuesto. Son autoestériles, pero puede producirse fecundación y formación de semillas por polinización cruzada con otras variedades o individuos “fuera de tipo” lo cual es comercialmente indeseable (Salisbury y Ross, 1994).

Fruto.

Se forma por partenocarpia natural, es decir, sin la fecundación del ovulo y por lo tanto sin la formación de semilla; después de la antesis, todas las piezas florales contribuyen a formar el fruto partenocárpico, excepto el pistilo, los estambres y los pétalos, los cuales se marchitan.

Botánicamente el fruto es una sorosis, constituido por un eje carnoso o corazón, del cual parten las flores que son concrecentes (se fusionan entre sí) durante el desarrollo del fruto. Las brácteas y los carpelos se unen al eje para constituir el conjunto comestible. En la parte exterior se localizan las cavidades de los ovarios protegidos por el cáliz que forma la cascara; en la parte superior del fruto se localiza la corona, la cual se desarrolla mientras dura la formación del fruto

después entra en estado de letargo y solo reanuda su desarrollo cuando se separa del fruto y se establece en algún medio de cultivo.

VI. RELACIÓN DE PAÍSES QUE PRODUCEN PIÑA EN EL MUNDO

De acuerdo a la FAO, (2009) en su portal de información menciona que hasta el 2007 a nivel mundial existían 80 países que se dedican al cultivo de piña. En el Cuadro 1, se enlista los nombres de los países que cultivan piña. A nivel mundial Nigeria es el país con la mayor superficie cultivada con 117,500.ha, y en América, Brasil con 71,886 ha.

Cuadro 1. Países que cultivan piña en el mundo.

Países	Hectáreas	Países	Hectáreas	Países	Hectáreas	Países	Hectáreas
Angola	3,200	Costa de arfil	4,562	Israel	50	Portugal	250
Antigua-Barb	20	Cuba	4,100	Jamaica	807	Puerto Rico	550
Argentina	180	Rep. Dominic.	7,014	Japón	438	Reunión	1,900
Australia	5,134	Ecuador	5,850	Kenia	14,271	Samoa	150
Bangladesh	16,970	El Salvador	501	Laos	3,500	Seychelles	27
Belice	175	Estad Unidos	5,700	Liberia	1,300	Sri Lanka	4,780
Benin	2,368	Fiji, Islas	330	Madagascar	8,500	St. Kitts	5
Bolivia	1,257	Filipinas	53,978	Malasia	10,900	Sudáfrica	13,000
Brasil	71,886	Gabón	120	Martinica	490	Sudán	1,400
Brunei Darsm	110	Ghana	11,500	Mauricio	204	Surinam	25
Camboya	1,600	Guadalupe	360	México	29,468	Suazilandia	690
Camerún	3,500	Guatemala	7,630	Mozambique	1,900	Tailandia	94,449
Centroaf, Rep.	2,500	Guayana Fr	100	Nepal	701	Tanzania	9,000
China	66,372	Guinea	26,000	Nicaragua	3,400	Timor Orien.	30
Colombia	8,238	Guinea Bissau	130	Nigeria	117,500	Togo	90
Congo, R Dem	7,700	Guyana	350	Panamá	990	Trinidad Tob	380
Congo, Rep.	850	Haití	400	Papúa N Gui	1,000	Uganda	190
Cook, Islas	5	Honduras	2,800	Paraguay	5,000	Venezuela	18,507
Corea, Rep.	32	India	85,800	Perú	14,289	Vietnam	36,200
Costa Rica	35,200	Indonesia	18,957	Polinesia Fr	200	Zimbabwe	15

Fuente: FAO, (2009).

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

La superficie cultivada de piña en la modalidad de temporal en México, se ha incrementado en un 181% en los últimos siete años, al pasar del 2002 al 2008 de 15,919.50 ha a 28,809.75 ha. Existen diez estados que cultivan esta fruta en esta modalidad, siendo el estado de Veracruz la entidad federativa con el mayor crecimiento al pasar de 9,655 ha a 23,558 ha del 2002 al 2008. Otra entidad que ha incrementado su superficie considerablemente, es el estado de Nayarit al pasar del 2002 al 2007 de 720 ha a 1,073.75 ha (Cuadro 2). (SIAP-SAGARPA, 2009).

El estado de Tabasco en los últimos tres años (2006 a 2008) ha perdido el 47.2% de la superficie cultiva de piña, al pasar de 2,100 hectáreas a 1,107 hectáreas (SIAP-SAGARPA, 2009).

Cuadro 2. Superficie cultivada de piña por estado y a nivel nacional en la modalidad de temporal en hectáreas.

ESTADOS	AÑOS						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
CHIAPAS	182.50	27.00	37.00	54.00	70.00	105.00	336.00
GUERRERO	15.00	5.00	5.00	15.00	15.00	19.00	95.00
JALISCO	15.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
MEXICO	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NAYARIT	720.50	673.00	655.50	704.50	687.50	863.50	1,073.75
OAXACA	3,116.00	3,115.00	2,966.00	2,966.00	2,482.00	2,119.00	2,327.00
QUINTANA ROO	61.00	92.00	44.00	80	125.00	192.00	273.00
TABASCO	2,100.00	2,100.00	2,100.00	2,100.00	931.00	931.00	1,107.00
TAMAULIPAS	6.00	6.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
VERACRUZ	9,655.00	23,426.00	24,126.00	24,411.00	23,109.00	22,078.00	23,558.00
YUCATAN	48.50	48.50	22.50	22.50	5.50	5.50	7.00
TOTAL	15,919.50	29,509.50	29,993.00	30,386.00	27,458.00	26,346.00	28,809.75

SIAP-SAGARPA, 2009

El rendimiento promedio nacional de piña en la modalidad de temporal, se ha mantenido constante en los últimos siete años (2002-2008) (Cuadro 3). El estado Oaxaca es la entidad federativa que reporta los mayores rendimientos con 51.68 t ha⁻¹ en el 2008. Aunque, en el 2003 el estado Chiapas reportó rendimientos de 116.58 t ha⁻¹ (SIAP-SAGARPA, 2009).

La superficie cultivada de piña en la modalidad de riego en México, se ha visto incrementada en un 202% en los últimos cinco años al pasar del 2004 al 2008 de 325 ha a 658 ha respectivamente. Existen cinco estados que se dedican al cultivo de piña en esta modalidad. El estado de Nayarit es la entidad federativa, con el mayor número de hectáreas con 348 ha (Cuadro 4). (SIAP-SAGARPA, 2009).

Cuadro 3. Rendimiento de piña por estado y a nivel nacional en la modalidad de temporal (t ha⁻¹).

ESTADOS	AÑOS						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
CHIAPAS	83.36	116.58	50.00	38.51	36.64	37.70	16.17
GUERRERO	9.17	16.00	12.00	13.93	14.47	12.47	7.38
JALISCO	2.00	2.00	2.00	2.20	2.50	2.38	2.40
MEXICO	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NAYARIT	11.83	6.12	18.74	18.86	19.00	18.39	23.58
OAXACA	51.62	51.36	42.34	55.03	51.05	50.20	51.68
QUINTANA ROO	20.00	26.06	19.33	23.75	46.78	48.44	41.92
TABASCO	33.50	15.95	37.50	24.76	30.08	30.45	30.08
TAMAULIPAS	50.00	45.00	40.00	40.00	35.00	35.00	40.00
VERACRUZ	45.42	45.06	44.58	36.46	44.45	43.76	44.03
YUCATAN	20.48	9.87	12.14	15.00	4.75	13.00	5.00
PROMEDIO	43.38	41.27	42.44	35.92	43.08	42.25	41.98

SIAP-SAGARPA, 2009

El rendimiento promedio nacional de piña en la modalidad de riego, en los últimos siete años (2002-2008) presenta ligeras variaciones. Aunque, en el 2006 los rendimientos fueron los más bajos con 35.71 t ha⁻¹, comparados con el 2008

que fue de 44.06 t ha⁻¹ (Cuadro 5). Los estados de Jalisco y Tabasco son las entidades federativas que reportan los mayores rendimientos en dicha modalidad con 60 t ha⁻¹ y 50.56 t ha⁻¹ respectivamente (SIAP-SAGARPA, 2009).

En la Figura 1 se esquematiza la superficie cultivada de temporal y de riego para el cultivo de piña en México.

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

ESTADOS	AÑOS						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
CHIAPAS	30.75	48.00	0.50	0.50	2.00	0.00	0.00
COLIMA	0.00	0.00	0.00	8.00	8.00	36.00	38.00
JALISCO	60.00	80.00	50.00	80.00	80.00	80.00	80.00
MEXICO	6.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
NAYARIT	384.00	212.00	219.00	368.00	214.00	349.40	348.00
TABASCO	50.00	50.00	50.00	150.00	150.00	150.00	180.00
YUCATAN	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	532.75	396.00	325.50	610.50	458.00	619.40	658.00

SIAP-SAGARPA, 2009

Cuadro 5. Rendimiento de piña por estado y a nivel nacional en la modalidad de riego (t ha⁻¹).

ESTADOS	AÑOS						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
CHIAPAS	88.20	33.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00
COLIMA	0.00	0.00	0.00	35.00	30.00	31.00	43.90
JALISCO	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	65.00	60.00
MEXICO	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.50	3.00
NAYARIT	31.82	38.12	42.94	39.22	19.87	32.97	39.62
TABASCO	60.00	51.00	52.00	50.67	51.00	50.33	50.56
YUCATAN	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PROMEDIO	40.65	42.63	45.06	42.78	35.71	39.74	44.06

SIAP-SAGARPA, 2009

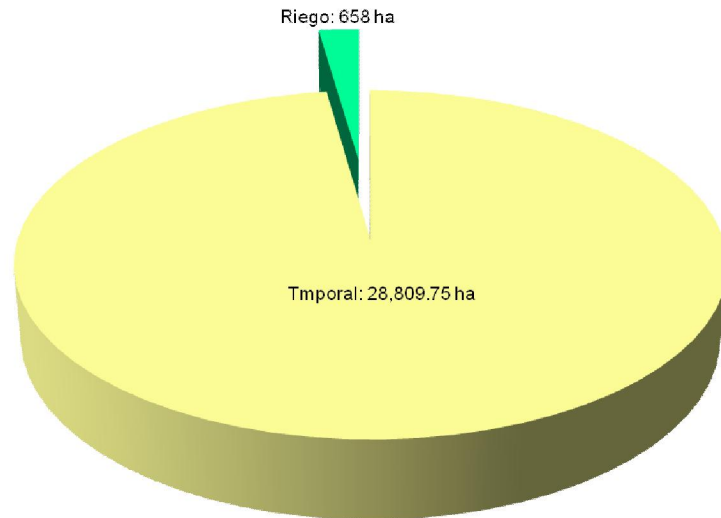


Figura 1. Superficie cultivada de piña en México en su modalidad de temporal más riego en el 2008.

VIII. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DE LA PIÑA

Las temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo durante el día y la noche son de 30° y 20° respectivamente. Sin embargo, existen grandes diferencias en el promedio anual de temperatura en los diferentes países donde se cultiva piña. El promedio más bajo es de 17°C en África del Sur, y el más alto son de 27°C en Vietnam. Las raíces y las hojas crecen mejor a 32° y 29°C, respectivamente y su crecimiento cesa prácticamente por debajo de los 20°C y por arriba de los 36°C. Altas temperaturas nocturnas suelen ser perjudiciales. Debe existir una diferencia de por lo menos 4°C entre el día y la noche. Las regiones productoras de México tienen temperaturas promedio de 24°C (Rebolledo *et al.*, 1998).

La altitud sobre la cual la piña tiene mayores perspectivas de éxito es de 0 a 800 m arriba del nivel del mar, aunque se ha visto crecer de manera normal a una elevación de 1,500 m en algunas regiones de América Central. A mayor altura, sus hojas se acortan y se hacen más angostas; el pedúnculo es más largo en relación con el tamaño de la planta, los frutos son pequeños con los “ojos” salientes y

puntiagudos; la pulpa es de color amarillo pálido y el sabor es pobre y altamente ácido. Alturas mayores de mil metros retrasan el ciclo del cultivo por lo menos en un mes.

Cuando la luminosidad es escasa las hojas se alargan, pierden anchura, permanecen erguidas y presentan un color verde oscuro. Cuando es muy fuerte, el follaje se pone amarillo o rojizo. Si existe una luminosidad adecuada, pero la temperatura es baja, la fruta obtiene una coloración rojiza en la cascara. El cultivo requiere una luminosidad de 1,200 a 1,500 horas por año.

La piña puede desarrollarse en un gran rango de precipitación: existen plantaciones en la Isla Molokay, en Hawái, donde el promedio de lluvia es de 565 mm, en contraste con la isla Guadalupe y el norte de Costa Rica en donde llueven 3,500 mm al año o más.

En México, en el Bajo Papaloapan la precipitación anual varía desde 1,100 mm hasta los 1,900, en donde el 85% cae de junio a noviembre. En Tabasco llueve alrededor de 2,000 mm por año, con lluvias escasas durante el periodo de enero a mayo. Un óptimo para la piña es de 1,500 a 1,800 mm bien distribuidos durante el año, de lo contrario hay que suplementarlos con riegos permanentes o de auxilio (Rebolledo *et al.*, 1998).

Los efectos negativos de la sequía son variables de acuerdo con la edad y el estado vegetativo de la planta: Si se presenta en la siembra, se retrasa la recuperación y el establecimiento del retoño; cuando la sequía ocurre después de los cuatro o cinco meses de haberse sembrado la planta su efecto es mínimo, aunque el ciclo de la planta se prolonga. En cambio, cuando se presenta en la etapa de floración y fructificación las consecuencias son graves ya que el tamaño, peso y calidad de los frutos disminuye en relación directa a la severidad de ésta. Por otra parte las plantas que sufren exceso de agua durante la época de lluvias son más sensibles a la sequía debido al deficiente desarrollo de sistema radical.

IX. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS DE LA PIÑA

La planta de piña puede crecer en muchos tipos de suelos, sin embargo y por tener un sistema radical poco profundo, los óptimos para su desarrollo son los arenosos o migajones arenosos (70% de arena, 20% de limo y 10% de arcilla) ricos en materia orgánica con pH de 4.5 a 5.5. En los trópicos se cultiva en suelos rojizos o café-rojizos lateríticos, comunes de estas regiones.

La permeabilidad del suelo es uno de los factores que limitan o favorecen su desarrollo: los suelos arcillosos se saturan de agua durante la temporada de lluvias, se disminuye su aireación y en consecuencia las raíces se asfixian, mientras que en la estación seca se agrietan y las raíces se rompen.

Los suelos limosos-arcillosos se comportan de manera similar, por lo que pueden ser perjudiciales para el cultivo.

El contenido nutrimental del suelo es importante pero no determinante. Los suelos ricos generalmente son pesados y con pH demasiado alto, en tanto que los ácidos son de texturas gruesas y poco fértiles; sin embargo este inconveniente se puede corregir con la aplicación de fertilizantes. Los factores más importantes al elegir un terreno para la siembra de piña son el pH y el drenaje.

X. TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PIÑA

La tecnología de producción del cultivo de piña descrito en este documento, está basado en el Folleto Técnico No. 20, elaborado por Rebolledo *et al.*, (1998), así como por Montesinos *et al.*, (2005) y Uriza *et al.*, (1994).

10.1. Preparación del terreno

10.1.1. Chapeo

Este es necesario para destruir los residuos del cultivo anterior. Para que éstos puedan quemarse o incorporarse con mayor facilidad, debe procurarse que

la trituración sea lo más fina posible. Se sugiere quemar sólo cuando hayan tenido problemas con plagas y enfermedades en el ciclo anterior. Varios pasos de rastra pesada contribuyen a desmenuzar aún más los residuos.

Los residuos del cultivo anterior pueden utilizarse para elevar el contenido de nutrimentos y materia orgánica de los suelos. Para ello se requiere incorporarlos mediante un barbecho profundo, por lo menos cinco meses antes de efectuar la plantación. Una mala incorporación incrementa los riesgos de plagas tales como: comején, sinfílidos, piojo harinoso y ácaros.

10.1.2. Barbecho

Su propósito es romper y aflojar la capa arable del suelo, incorporar los residuos de la cosecha anterior, destruir algunas plagas del suelo al exponerlas al sol, así como mejorar la aireación y la penetración del agua. Debe ser profundo, tanto como lo permita el terreno y la maquinaria disponible. Se efectúa por lo menos dos meses antes de la plantación. Bajo las condiciones de los suelos donde se siembra piña el arado de reja o vertedera es mejor que el de discos.

10.1.3. Rastreo

Consiste en romper y desmoronar los terrenos que quedan después del barbecho. Para que el suelo quede mullido se sugiere por lo menos dos pasos de rastra en forma cruzada, a 20 centímetros de profundidad. Puede dejarse un tiempo razonable entre rastreos, para que la maleza germine y se destruya por lo menos una generación de ésta con el rastreo posterior.

10.1.4. Nivelación y Drenaje

Se efectúa con un tablón o riel pesado, “jalado” por el tractor al momento de efectuar el último paso de rastra, con el fin de eliminar los pequeños desniveles del terreno que provocan encharcamientos; si ello no se logra con esta práctica, se recomienda construir pequeñas zanjas que funcionen como drenes, con

profundidad y pendientes estrictamente necesaria para eliminar los excesos, sin desecar demasiado el terreno o causar erosión.

10.2. Prácticas de conservación y mejoramiento del suelo

Se estima una pérdida de 50 toneladas de suelo por hectárea y por ciclo bajo el sistema tradicional, en donde las partículas más finas son erosionadas en mayor cantidad que las gruesas, lo cual acelera el proceso de pérdida de la fertilidad del suelo. Para reducirla se deben efectuar alguna o varias de las siguientes prácticas y técnicas de conservación.

10.2.1. Camas con pendiente controlada

Se trazan en contorno con desnivel del 0.3 al 0.5%. Su anchura varía de 145 a 110 cm según la densidad y distancia entre hileras. Su altura debe estar entre los 10 y 15 cm, procurando al máximo que sus bordes queden atenuados, para evitar que se derrumben. Para su mejor formación es necesario que la acamadora cuente con rotoastras en su parte frontal, lo cual garantiza un excelente desmenuzamiento y porosidad del suelo.

10.2.2. Sistemas de canales y drenes

Su implementación es estrictamente necesaria cuando se utilizan las camas meloneras, aunque también puede utilizarse cuando la plantación se haya establecido bajo el sistema tradicional. Su objetivo es captar los excedentes de lluvia antes de que adquieran velocidades erosivas. De acuerdo con el régimen de lluvias local y la pendiente del terreno, la distancia entre ellos varía de 20 a 100 m. Los drenes también deben llevar una pendiente no mayor del uno por ciento y puede revestirse con zacate o leguminosas para disminuir el arrastre.

10.2.3. Terrazas de muro vivo

Son imprescindibles cuando la pendiente supera el cinco por ciento. Su construcción se basa en el movimiento del suelo, aprovechando las labores de preparación del terreno. La base de la terraza puede formarse por barreras de

cocuite ó cocohite (*Gliricidia sepium*), establecida por semilla, o bien plantándose en su lugar una o dos hileras de piña, con distancias entre plantas de 10 cm en promedio. Las terrazas se trazan equidistantes y su anchura se reduce a medida que se incrementa la pendiente.

10.3. Control de la acidez

Con la finalidad de neutralizar los residuos ácidos de los fertilizantes utilizados durante el ciclo y reintegrarle al terreno las cantidades de calcio y magnesio que se pierden por la erosión, lixiviación y la cosecha de frutos y vástagos, se debe aplicar entre 500 a 2,500 kg de cal agrícola por hectárea, según el grado de acidez del terreno (Cuadro 6).

Cuadro 6. Cantidad de cal dolomítica que se debe aplicar por hectárea según el pH del suelo en el cultivo de piña en la cuenca baja del Papaloapan.

Grados de acidez del suelo	pH						
	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0
Toneladas de cal dolomítica por hectárea	2.0	1.8	1.5	1.2	1.0	0.7	0.5

Fuente: Rebolledo *et al.*, (1998).

La cal debe ser dolomítica y tener por lo menos un 10% de carbonato de magnesio y el resto de carbonato de calcio. Su finura debe ser tal que permita, que el 80% del producto pase la malla 60. Es indispensable distribuirla uniformemente en el terreno, ya sea manualmente o con maquinaria inmediatamente después de aplicarla, se incorpora durante el primer paso de rastra.

Nunca aplique la cal sobre la planta, al hoyo de siembra, en banda o revuelta con fertilizante. Cuando se utilice el insecticida-nematicida Mocap (etoprofos), recuerde que se aplica antes del segundo rastreo, una vez que la cal ha sido incorporada; nunca los aplique o incorpore juntos. Conviene realizar análisis de suelo cada tres o cuatro años, para conocer el comportamiento de la acidez y los nutrimentos y así efectuar las medidas correctivas necesarias. Es muy importante

tomar las muestras correctamente, por lo que se debe consultar a técnicos especializados. Aplicaciones excesivas pueden crear condiciones propicias para el desarrollo de la pudrición del cogollo y raíz.

10.4. Material de propagación

La propagación de la piña es asexual y para su establecimiento se utilizan los brotes vegetativos que la misma planta emite en forma natural, los cuales se describen a continuación:

10.4.1. Corona

Se localiza en la parte superior del fruto y es de hecho el meristemo apical de la planta. Con el fruto se cosecha y comercializa con la corona, este material sólo está disponible durante el período de actividad de las industrias procesadoras locales. Durante la selección deben desecharse las coronas muy pequeñas, aquellas que estén sin cogollo y las múltiples.

10.4.2. Gallos

Se desarrollan a partir de yemas axilares del pedúnculo del fruto. Se producen en promedio dos por planta, aunque en las cosechas de los meses de mayo a julio se incrementan a cinco, debido a que la diferenciación floral de la planta madre ocurre en forma natural o inducida durante los meses de noviembre, diciembre y enero.

10.4.3. Clavos

Son los vástagos que se originan de las yemas axilares del tallo; es el tipo más abundante, se producen en promedio cuatro brotes por planta.

Los tres tipos de material mencionados difieren en su forma, y en la longitud de su ciclo, en condiciones normales, la corona requiere un promedio de 19 meses para fructificar, mientras que el gallo y clavo requieren 17 y 16 meses, respectivamente.

10.5. Época de siembra

Los materiales clavo, gallo y corona deben establecerse siempre en lotes separados, debido a que son diferentes tanto en sus características morfológicas, como en su ciclo de desarrollo. La época de plantación depende del tipo y peso del material; si se utiliza un peso mayor del recomendado, el porcentaje de floración prematura se incrementa y se originan frutos pequeños de mala calidad, no se uniformizan las prácticas de manejo y cosecha, y se elevan los costos de producción. Por otra parte, si se emplean vástagos de peso menor, el ciclo se alarga y los costos se incrementan. Cuando se utilizan densidades de plantación altas después de septiembre, es mejor utilizar vástagos más pequeños que los recomendados, ya que se facilita el manejo y mejora la uniformidad de plantación.

Para el caso de coronas, la época de plantación comprende todo el año, pero si se establecen durante las lluvias, el cogollo y la raíz son muy susceptibles a pudriciones, por lo que se requiere de un estricto control fitosanitario mediante los fungicidas.

Para el clavo y gallo, las plantaciones deben efectuarse durante el período de lluvias, el cual comprende los meses de julio a enero, ya que en fechas posteriores, se puede retrasar considerablemente su desarrollo por falta de humedad. Si se cuenta con riego, puede sembrarse durante todo el año. En siembras tardías, deben extremarse las precauciones en la plantación y efectuar fertilizaciones líquidas en la época de seca. Existe otra variante para producir fruta a los doce meses después de la siembra: la práctica consiste en plantar vástagos (clavos) de 800 a 1,000 g a finales de mayo o principios de junio e inducir la floración en noviembre, así, la fruta se cosecha en mayo del siguiente año.

Si se quiere inhibir la floración, se sugiere plantar en junio o julio con material propagativo tipo clavo de más de 800 g de peso e iniciar el tratamiento inhibitorio a inicios de octubre para inducir la floración en marzo o abril.

Por todo lo anterior, es requisito identificar claramente todas las “tablas” que se hayan establecido, con el fin de definirles un programa de actividades, de acuerdo con sus características y necesidades. Para ello se sugiere colocar al inicio de cada tabla un pequeño señalamiento en donde se observe claramente: el número de lote, su fecha de establecimiento, la densidad, superficie y alguna otra información, si fuera necesario.

Una vez identificado el lote con un número clave, en el número de campo se registran detalladamente todas las actividades que se realizaron, incluyendo información sobre el origen del material, condiciones de clima, incidencias de plagas, enfermedades, deficiencias nutrimentales, etc.

La adecuada captura y registro de la información, permitirá identificar posteriormente la posible causa del éxito o fracaso de la plantación.

10.6. Método de siembra

La siembra o plantación de los vástagos y las coronas es hasta la fecha completamente manual. Las plantas se colocan en hoyos del tamaño adecuado, o en un pequeño surco denominado localmente “raya”. Antes de iniciar la plantación se verifica si el terreno se preparó adecuadamente.

Ahoyado.

Para este sistema se tienen tres alternativas: es espeque, cuyo funcionamiento es más eficiente bajo buenas condiciones de preparación de suelo y humedad; el cava-hoyo, que permite ahoyar bajo condiciones de poca humedad y terrenos muy arenosos; y la espátula, “cuchara” o “palin”, que permite al operador hacer el hoyo y plantar el vástago al mismo tiempo.

Rayado.

Para realizarlo se utilizan los cinceles de los subsuelos los cuales se entierran a la profundidad requerida. Sus ventajas son la rapidez en la operación y

el buen asentamiento de los vástagos, ya que se entierran a presión y se apisonan posteriormente. Las hileras deben quedar equidistantes con un buen trazo, de lo contrario se dificultan las labores y aplicaciones mecanizadas. Se siembra inmediatamente después de hechos los hoyos o rayas, para evitar la pérdida de humedad y compactación del terreno.

Un mal asentamiento de los hijuelos en el suelo provoca espacios o bolsas de aire justo alrededor de la base de las plantas. Estas condiciones favorecen al encharcamiento del agua y en consecuencia la proliferación de hongos, que pudren progresivamente las hojas basales, impidiendo el crecimiento de las raíces. La planta afectada se torna rojiza y adquiere un aspecto raquítrico y reseco, el cual se confunde con el ataque de plagas del suelo, o bien con la enfermedad marchitez roja. Invariablemente, las plantas deben quedar con un arreglo en “tresbolillo”, el cual permite una mejor distribución de las raíces en el terreno, captación de energía solar y menor competencia con la maleza, principalmente en densidades medianas y altas.

Las plantas de orillero y cabeceras pueden producir frutos más grandes que los del interior del piñal, para evitarlo se rematan los extremos de las hileras dobles con una planta adicional entre las dos normales que forman la calle angosta y las hileras de las orillas se establecen con tres hilos o triples. Esto es muy importante en plantaciones para el abasto industrial y fresco de exportación, en donde los frutos grandes son indeseables.

10.7. Densidad de siembra

La densidad de plantación depende del destino de la cosecha. El aumento en el número de plantas por hectárea disminuye el peso medio del fruto; sin embargo, el tonelaje total se incrementa. Para optar por una u otra densidad se debe considerar la cantidad de lluvia, pendiente y tipo de suelo de cada localidad. Cabe señalar que en densidades mayores a 45 mil plantas por hectárea, las

aplicaciones manuales de agroquímicos son difíciles e imprácticas, por lo que se requieren equipos mecanizados.

Es importante tomar en cuenta que los suelos arenosos retienen menos cantidades de agua que los de texturas más finas, y su fertilidad natural es también menor; por ello, normalmente producen fruta de menor tamaño que aquellos con mayor contenido de limo y arcilla. Situación similar ocurre en terrenos con pendientes pronunciadas en donde la erosión hídrica ha reducido el grosor de la capa fértil, la capacidad de conservación de agua y en consecuencia la productividad de los mismos. Terrenos muy explotados muestran también síntomas de agotamiento, factores que se deben tener muy presentes para definir las densidades más adecuadas, según las necesidades de los diferentes mercados.

Las plantaciones pueden establecerse mediante dos sistemas: hilera sencilla o hilera doble. El primer sistema se utiliza cuando la densidad de población es menor a 30 mil plantas por hectárea y; el segundo cuando la densidad de población es mayor. Este último sistema reduce el problema de maleza en la calle angosta, facilita el paso por la calle ancha para las diferentes labores; además, en caso de dejar la plantación para una segunda cosecha (acahual), se reduce el porcentaje de frutos ladeados, lo cual evita su deformación y caída, ya que en las calles angostas las plantas se sostienen entre sí.

10.8. Fertilización o abonado

La piña es un cultivo que para su crecimiento y desarrollo requiere de una gran cantidad de nutrimentos. Cuando no se aplican fertilizantes, tanto la planta como el fruto presentan problemas de peso, forma y calidad. Una hectárea de piña extrae alrededor de 350 kg de nitrógeno, 20 de fósforo, 450 de potasio, 116 de azufre, 42 de magnesio y 100 de calcio.

10.8.1. Dosis por planta

Según la densidad de plantas utilizada, se requieren durante el ciclo de cultivo, de 12 a 18 g de nitrógeno por planta; de 4 a 5 g de fósforo; de 12 a 18 g de potasio y de 2 a 4 g de magnesio. Estos nutrimentos se distribuyen en cuatro o cinco aplicaciones sólidas o sus equivalentes 12 o 15 aplicaciones líquidas antes de que la planta inicie su floración.

A medida que se incrementa la densidad de plantación, las necesidades de nutrimentos por planta disminuyen, ya que su crecimiento y producción se reducen progresivamente conforme aumenta la competencia por espacio, agua y luz. Así también, el aprovechamiento de los fertilizantes aplicados se incrementa al haber más raíces por unidades de superficie.

Otro factor fundamental es el aprovechamiento y la eficiencia de los nutrimentos en la fertilización foliar, principalmente la realizada con equipos aspersores de alto volumen.

Por lo anterior, para definir los programas de fertilización deben tomarse en cuenta todos estos factores: se considera que las mayores dosis en gramos de nutrimentos por planta (18-5-18-4) corresponde a la densidad de 30 mil plantas por hectárea y disminuyen conforme se aumenta la densidad y se mejora la eficiencia en las aplicaciones, por lo tanto, la dosis más baja (8-3-8-2) corresponde a 80 mil plantas por hectárea. Cuando se presentan síntomas de deficiencia de algunos de estos elementos, aún después de aplicar todo el tratamiento fertilizante, conviene efectuar una o dos aplicaciones adicionales con los elementos requeridos.

10.8.2. Fuentes fertilizantes

En el mercado se pueden obtener varias mezclas comerciales, como la 12-8-12-4 (N, P, K, Mg) y la 12-8-12, o bien se pueden adquirir las fuentes fertilizantes básicas para prepararlas, según las cantidades señaladas en el Cuadro 7. Las

mezclas que allí se indican tienen diferentes proporciones de elementos y cada una se utiliza según el estado nutricional de la planta.

Cuadro 7. Dosis de N-P-K-Mg por planta y por ciclo, de acuerdo con la densidad de plantación utilizada.

Densidad (plantas ha ⁻¹)	Nitrógeno (g planta ⁻¹)	Fósforo (g planta ⁻¹)	Potasio (g planta ⁻¹)	Magnesio (g planta ⁻¹)
30,000	18	6	18	4
40,000	16	5	16	4
50,000	14	4	14	3
60,000	12	4	12	3
70,000	10	3	10	2
80,000	8	3	8	2

Fuente: Rebolledo *et al.*, (1998).

El sulfato y nitrato de amonio son las fuentes de nitrógeno más adecuadas para preparar las mezclas fertilizantes, de acuerdo a las condiciones regionales; sin embargo, de no contar con éstas en el mercado, se pueden preparar en base a los fertilizantes disponibles, tales como: urea, triple 17, nitrato de potasio o 18-46-00. En el caso del potasio, la mejor fuente es el sulfato de potasio; Sin embargo, no siempre está disponible y su alto costo obliga, en ocasiones, a utilizar otras fuentes del nutrimento. La alternativa más utilizada es el cloruro de potasio, el cual puede aplicarse bajo las siguientes condiciones:

- ✚ Que no rebase el 50 por ciento del total de potasio programado, ya que la sustitución completa del sulfato, por cloruro, reduce la producción y calidad del fruto.
- ✚ En las plantaciones cuyos frutos se cosecharán durante la temporada cálida, se puede aplicar cloruro de potasio, a partir de la segunda mitad del ciclo de crecimiento hasta antes de la floración. Con esto se estimula un benéfico incremento en la acidez de los frutos.

- ✚ En las plantaciones cuyos frutos se cosecharan durante la temporada fría y de “nortes” (octubre a marzo) se sugiere evitar al máximo las aplicaciones de cloruro de potasio, ya que agravan el problema de extrema acidez del fruto. De ser absolutamente necesarias, deben realizarse durante la primera mitad del ciclo de crecimiento.

En cada una de las aplicaciones sólidas durante el ciclo del piñal, deben usarse de 25 a 30 g por planta de la mezcla seleccionada, recurriendo a las de mayor concentración de elementos cuando el aspecto del piñal sea de poco vigor y sus hojas no muestren el típico color verde olivo.

10.9. Control de maleza

Las malas hierbas compiten por el agua, luz y nutrimentos con las plantas de piña; además, dificultan las labores de cultivo, por lo cual debe mantenerse limpio el piñal durante todo el ciclo. Por la dificultad en su control, las principales especies de maleza que se presentan son: Pelo de conejo (*Cynodon Dactylon*. L. Pers); bejuco de tuza (*Ipomoea Indica* Burm); matalí (*Phaeosphaeorion Biocarpum* Bent); coquillos (*Cyperus* spp); zacate privilegio (*Panicum Maximum* Jacq); hierba peluda (*Ageratum Tomentosum* L); y zacate grama (*Digitaria Sanguinalis* L Scop). Para controlar adecuadamente la maleza se pueden combinar: La preparación oportuna del suelo (de uno a dos meses antes de plantar); el paso de cultivadora durante los primeros cinco meses; el uso de la tarpala y la aplicación de herbicidas.

Cuando el terreno se encuentre frecuentemente infestado con maleza de difícil control (pelo de conejo, bejuco de tuza y/ o coquillo), se sugiere aplicar cuatro litros de Faena 41 (glisofato) por hectárea, antes de preparar el terreno. Para que el herbicida funcione adecuadamente, la maleza debe estar en etapa de crecimiento vigoroso. Después de la aplicación se deja un período de 15 días por lo menos, antes de remover el suelo.

10.9.1. Control químico.

El control químico de la maleza se efectúa generalmente con dos aplicaciones de herbicidas, la primera, después del establecimiento del piñal, y la segunda, al inicio de la temporada de lluvias del siguiente año. En ambos se sugiere aplicar 4 gramos de Karmex 80 (diurón), más un kilogramo de Hyvar 80 X (bromacil) o de 4 a 6 kilogramos de Gesapax Combi 80 GDA (40% Ametrina más 40% de Atrazina).

El volumen normal de agua para aplicar herbicidas es por lo menos de 800 litros por hectárea. Para un control adecuado es indispensable que el suelo tenga suficiente humedad y aplicar la mezcla herbicida antes de que nazca la maleza, o como máximo cuando tenga una altura menor de 5 centímetros.

Es necesario evitar en lo posible que el producto caiga directamente a las plantas de piña, para evitarles intoxicaciones, más aun cuando están en pleno crecimiento; las aplicaciones efectuadas antes de que las plantas recién sembradas reinicien su crecimiento, disminuyen estos riegos. Si existe maleza al momento de la aplicación, es necesario agregarle a la mezcla algún surfactante para mejorar el funcionamiento, sobre todo cuando ésta se encuentra muy desarrollada.

10.9.2. Control mecánico

El uso de cultivadoras, ya sea de tracción animal o mecánica, permite un control regular de las malas hierbas. Cuando se requieren varios pasos de cultivadora en la misma calle, deben realizarse muy superficialmente y en la misma dirección, para afectar lo menos posible al crecimiento de las raíces.

10.10. Control de plagas

Complejo: Piojo harinoso-Marchitez roja-Hormigas.

En México, las primeras evidencias de la enfermedad denominada marchitez roja se detectaron a inicios de los 70's, presumiblemente inducida en material vegetativo o insectos vectores traídos de otras áreas cultivadas. La incidencia del

virus que provoca esta enfermedad se asocia a la presencia del piojo harinoso. Los daños provocan la pérdida del 10 al 15% de la producción regional. Los muestreos realizados confirman la presencia del vector en toda la superficie piñera, el cual se asocia a las hormigas *Solenopsis Geminata* Febr y *Conomyrma* sp. Que dispersan el piojo harinoso entre plantas y plantaciones de piña.

Los piojos harinosos *Dysmicoccus brevipes* CKL pertenecen al orden Homóptera, son insectos de cuerpo ovalado, rechoncho y recubierto de una serosidad blanca; en estado adulto, miden de 2 a 3 mm de largo por 1.8 a 2.0 mm de ancho; su población se compone generalmente de hembras que se reproducen sin la participación del macho. Su ciclo de vida es de 60 a 90 días, la mitad de los cuales corresponde a la etapa inmadura y el resto a la reproductiva, en donde cada hembra puede originar de 300 a 400 nuevos individuos. Debido a las condiciones ambientales, el insecto está presente todo el año, sin embargo su población se incrementa durante los meses de mayo a diciembre.

La marchitez roja es una enfermedad provocada por un virus que sistemáticamente invade los tejidos de la planta, incluyendo los hijuelos, fruto y corona. El virus infecta a plantas sanas cuando piojos harinosos procedentes de plantas enfermas se alimentan de ellas. Ocasionalmente, en la pared superior de las hojas aparecen pequeñas manchas redondas de color verde oscuro, que corresponden a los puntos de alimentación de estos insectos. Las manchas se manifiestan entre 5 y 12 días después de la picadura, y no significa necesariamente que las plantas estén infectadas con el virus, sino solamente que los piojos harinosos se alimentaron de ellas.

Cuando el virus se ha inoculado a la planta, la enfermedad se manifiesta por la sucesiva aparición de síntomas, que afectan al sistema radical, foliar y reproductivo. Su aparición, intensidad y evolución está en función de múltiples factores, entre los que destacan: el número de piojos harinosos por planta y su grado de virulencia; la variedad de piña utilizada; el estado nutricional; la edad de

la planta; así como las condiciones ambientales prevalecientes durante el ciclo del cultivo.

Cuando una planta de piña de cinco meses es infectada, los síntomas aparecen dos o tres meses después; en cambio en plantas de nueve meses de edad los síntomas inician después de cuatro o cinco meses. En general, para las plantas adultas de Cayena Lisa se tienen definidas cuatro tapas o estadios en el desarrollo de la enfermedad. Estas son:

Primera etapa.

Las hojas de la tercera y cuarta espiral, a partir del centro de la planta, adquieren una coloración rojiza bronceada. Sus márgenes se curvan hacia abajo, mientras que su ápice o punta permanece erecta.

Segunda etapa.

Las hojas mencionadas cambian del color verde amarillo al rosa brillante, pierden su turgencia y la extremidad adquiere un aspecto tostado, con la aparición de manchas de tejido muerto. Algunas veces las puntas de las hojas se curvan hacia el suelo.

Tercera etapa.

Las hojas de la cuarta y quinta espiral se curvan hacia fuera. Sus bordes se tornan amarillos, mientras que las zonas intermedias adquieren un rosa brillante. Presentan un progresivo enrollamiento de sus puntas.

Cuarta etapa.

Las hojas más jóvenes se mantienen erguidas, sin embargo pierden su turgencia característica. Las extremidades de la mayor parte del resto de las hojas de la planta se encuentran enrolladas y marchitas en menor o mayor grado, con un color que va del verde al café claro.

A medida que los síntomas de la enfermedad se acentúan, las hormigas trasladan a los piojos harinosos a plantas sanas, en donde se alimentan más fácilmente, por esta razón, es difícil encontrar a esos vectores en plantas muy afectadas. La enfermedad se presenta con mayor frecuencia e intensidad durante la floración, ya que en esta etapa la planta se debilita al utilizar sus reservas para la formación y desarrollo de la inflorescencia. El fruto de las plantas afectadas crece raquítico, muy ácido y sin valor comercial.

A diferencia de la marchitez provocada por sequía o un ataque por nematodos, la marchitez roja muestra sus síntomas con mayor violencia y siempre en manchones más o menos circulares, que crecen a medida que las plantas vecinas se infectan por piojos harinosos portadores del virus. La falta de aplicación de las medidas fitosanitarias origina la dispersión del piojo harinoso y la diseminación de la marchitez roja. Para evitarlo se propone el siguiente programa de control integrado:

Control cultural

Comprende varias acciones encaminadas a disminuir la presencia del inoculo y su vector. Las más importantes son:

Sanidad del material vegetativo.

Como el virus que provoca la marchitez invade totalmente a la planta pasando de manera sistemática a los hijuelos y a la corona, estos deben destruirse si la planta madre muestra o mostró síntomas inequívocos de la enfermedad independientemente de la edad y grado de desarrollo del cultivo. Un factor que incrementa el riesgo de infección de los hijuelos es la mayor permanencia del material vegetativo en el acahual, por lo cual deben cortarse lo antes posible y desinfectarse oportunamente.

Destrucción de acahuales y residuos de cosecha.

Se realiza con el fin de eliminar los focos de infestación después de la cosecha. Los acahuales que no van a aprovecharse para una segunda producción, corte de hijuelos o alimentación del ganado, deben destruirse lo más pronto posible, incorporando sus restos al terreno, o destruyéndolos mediante la quema cuando estén muy plagados o enfermos. Se deben eliminar los tocones de la parcela, ya que en ellos sobreviven los piojos y otras plagas que reinician las infestaciones en las nuevas plantaciones.

Rotación de cultivos.

La piña, además de ser un cultivo que agota la fertilidad del suelo, propicia el incremento de plagas tanto del suelo como de la parte aérea. Por ello debe alternar la explotación de los terrenos con gramíneas y leguminosas forrajeras.

Control legal.

En nuestro país, todos los aspectos referentes a este apartado se encuentran en la Ley Fitosanitaria. Los canales adecuados para su instrumentación y aplicación son las Juntas Locales de Sanidad Vegetal y las diferentes instancias del Sector Agropecuario en cada distrito el Desarrollo Rural de la SAGARPA.

Control químico.

Consiste en el uso de plaguicidas para desinfectar el material de propagación y controlar las poblaciones del vector presente durante el desarrollo del cultivo. Si en los muestreos se encuentra al menos un piojo, debe iniciarse de inmediato el control (Cuadro 8).

Cuadro 8. Insecticidas para el control del piojo harinoso y hormigas en el cultivo de piña.

Plaga	Nombre común del producto	Producto comercial y concentración	Dosis por hectárea	Intervalo entre aplicaciones (meses)	Intervalo de seguridad.	
Piojo harinoso	Disulfotón	Disyston 10% G	35 kg*	3.0	60	
	Oxamil	Vydate 25% CE	3.0 L	2.5	30	
		Paratión Metílico	Folidol M 50	2.5 L	2.0	51
	Diazinón	Folidol M 72	Folidol M 72	2.5 L	2.0	51
			Basudín 60 CE	3.0 L	2.0	30
		Basudín 40 H	Basudín 40 H	4.0 Kg	2.0	30
			Diazinón 25 E	6.5 L	2.0	30
	Hormigas	Paratión Metílico	Diazol 25 CE	6.5 L	2.0	30
Folidol M50			2.5 L	3.0	51	
Diazinón		Folidol M 72	2.0 L	3.0	51	
		Folidol 2% Polvo	50.0 Kg	3.0	Pre-plantación	
		Basudín 60 CE	2.5 L	3.0	30	
		Basudín 40 H	3.0 Kg	3.0	30	
		Diazinón 25 E	5.0 L	3.0	Pre-plantación	
		Basudín 25 E	5.0 L	3.0	30	
Diazol 25 CE	5.0 L	3.0	30			
Basudín 4% G	25.0 Kg	3.0	Pre-plantación			

(*) Equivale a un gramo por planta.

Acaro o Araña Roja.

En México, esta plaga se encuentra ampliamente distribuida en todas las áreas productoras de piña y aunque esté presente durante todo el año, el principal daño ocurre en períodos de escasa o nula precipitación. Son organismos muy pequeños de color rojo, de la especie *Dolichotetranychus floridanus* Banks, perteneciente al orden Acarina. Miden 0.5 mm de largo por 0.1 mm de ancho. Nacen con tres pares de patas, pero después desarrollan otro más.

Normalmente, forman colonias sobre los tejidos de la base de las hojas, especialmente en los materiales de siembra gallo y corona. Causan manchas de color pardo, al principio son superficiales, pero después pueden dar lugar a pudriciones.

Cuando las condiciones de sequía se prolongan, es frecuente que esta plaga invada las diferentes partes del fruto. Los daños más importantes los ocasiona a las flores y “ojos”, o frutillos individuales. Los daños mecánicos provocan pudriciones que se extienden hasta los tejidos carnosos de la pulpa, lo cual inutiliza comercialmente al fruto y frecuentemente se confunde con los síntomas de la mancha café. Cuando en los muestreos se localiza al menos una colonia de ácaros por planta, es necesario iniciar su control, especialmente cuando se aproxima la época seca. Los ácaros se reducen con las mismas prácticas y productos sugeridos para controlar el piojo harinoso.

Barrenador del Fruto.

Pertenece al orden Lepidóptera. Las larvas de *Thecla basilides* Geyer ocasionan daños cuando se alimentan de las partes internas del fruto. En estado adulto es una mariposa de 3 cm de largo con las alas extendidas; los huevecillos miden 1 mm de diámetro y son de color verde cremoso; la pulpa es de color café oscuro; la hembra deposita los huevecillos en forma individual sobre las flores y brácteas de la fruta en formación; las larvas emergen a los cuatro días y penetran al fruto; el período larvario dura 10 días; posteriormente, para pupar abandonan el fruto y emigran a las hojas basales; el adulto sale 10 días después y es de hábitos diurnos.

Normalmente atacan al fruto y esporádicamente a los vástagos. Los frutos dañados, conocidos localmente como “lacrados”, quedan deformes y con agujeros, donde se observan excrementos y exudaciones gomosas de color blanquecino y ámbar. Los ataques inciden durante toda la etapa de floración. La dispersión del insecto es rápida, debido al libre movimiento del adulto y a la disponibilidad de alimento durante todo el año.

Se controla con un mínimo de dos aplicaciones de insecticida: la primera, cuando la inflorescencia se encuentre en estado de “cono rojo”, la segunda las posteriores, según se requieran, hasta poco antes de finalizar la floración. El

insecticida más eficiente es Sevin 5% G (Carbarilo), en dosis de 15 a 30 kg por hectárea y por aplicación.

Comején.

Se conocen también como hormigas blancas, pertenecen al orden Isóptera y su nombre científico es *Gnathamitermes tubidormans* Buckey. Son insectos de tamaño pequeño a medio, viven en grupos sociales bajo un sistema de castas altamente desarrollado. Las reinas viven varios años, en este período ponen miles de huevecillos. Se alimentan de celulosa, la cual es digerida por protozoarios flagelados que viven en su tracto digestivo. Atacan principalmente a las raíces y base del tallo, en cuya superficie e interior forman galerías.

Las plantas afectadas presentan síntomas de deshidratación y desnutrición, las hojas pierden progresivamente su turgencia y aparecen tonos rosados en el centro de ellas, mientras que sus bordes cambian a tonos amarillos.

Actualmente, no existen productos autorizados específicos para controlar esta plaga durante las etapas vegetativas y de fructificación del cultivo de la piña; por ello, las aplicaciones de agroquímicos y medidas culturales de control deben efectuarse antes de la siembra del piñal. Primero se incorporan adecuadamente los residuos vegetales, se eliminan del terreno y sus alrededores, los restos de tallos, cepellones, ramas y troncos de difícil incorporación y descomposición; y en segundo lugar se aplican antes del último rastreo, Folidol 2% polvo (Parathion Metílico) o Basudín 4% granulado (Basudín), distribuyéndolo uniformemente en el terreno. Cualquiera de ellos en las dosis indicadas en el Cuadro 8.

Gallina ciega.

Phyllophaga spp. Orden Coleoptera. Estos insectos, conocidos como “mayates”, son de color café o café oscuro, de unos dos centímetros de longitud. Revolotean ruidosamente cerca de las lámparas eléctricas y lugares iluminados durante las noches de mayo, junio y julio en el que las hembras ponen sus

huevecillos en las capas superficiales del suelo, debajo de la hojarasca o desechos orgánicos diversos; aproximadamente dos semanas después, sale una larva de cada huevecillo, la cual se alimenta de raíces y materia orgánica, posteriormente pasa por la etapa de crisálida y adulto. Su ciclo varía de seis a 12 meses.

Cuando infectan un campo, se pueden encontrar manchones de plantas de diferentes grados de daño, lagunas secándose y con el follaje de color amarillo-rojizo. La raíz y base del tallo se ven dañadas y en el suelo se observan larvas de color blanco con cabeza café, que miden de uno a dos centímetros. Su presencia la favorecen los residuos de estiércol en los terrenos que fueron potreros, pastizales altos y los restos de cosecha del maíz. Se previenen y controlan de manera similar al comején.

Sinfílicos.

Esta plaga ha sido reportada en las principales áreas piñeras del mundo y en México se encuentra ampliamente distribuida. Son pequeños organismos blancos de la clase *Sinphylla* y la especie *Hanseniella ivorensis* que se alimentan de los pelos absorbentes y las puntas de las raíces. Lo anterior dificulta la absorción de agua y los nutrimentos del suelo, lo que provoca una disminución importante en el crecimiento y desarrollo de la planta.

También se alimentan de la materia orgánica y prefieren suelos gruesos, de estructura granular y con altos contenidos de materia orgánica; se pueden encontrar en raíces de maleza como *Paspalum* sp.

Los adultos miden de 6 a 10 mm de largo, son de color blanco, su cabeza porta dos largas antenas y su cuerpo se compone de segmentos cubiertos de seda y prolongado por dos cerdas. Los sinfílicos pueden atacar desde el inicio del cultivo o en cualquier etapa del mismo: en las primeras etapas, los daños son más graves.

Una vez establecidos en la plantación se dificulta su erradicación a medida que transcurre el tiempo, por lo cual su control debe iniciarse con la preparación anticipada del terreno, dos o tres meses antes de la plantación. Cuando se encuentran dos o más sinfílicos por planta deben aplicarse métodos de control, sobre todo en plantas chicas en donde el daño puede ser mayor. Los barbechos y rastreos realizados escalonadamente durante el período de sequía y altas temperaturas, aumentan la mortalidad en sus poblaciones.

Esta plaga se observa con una alta incidencia en suelos donde se ha cultivado continuamente piña sin períodos de descanso. Se previene químicamente con 50 a 100 kg por hectárea de Mocap 10% G (Etoprofos), aplicado al voleo y distribuido uniformemente en el terreno. Deberá aplicarse como mínimo 15 días después del encalado, siempre y cuando exista la humedad necesaria para que el producto funcione. El tratamiento sugerido para controlar el comején y la gallina ciega, también reduce considerablemente la incidencia de sinfílicos.

Picudo Negro.

Metamasius callinoza Chevrolat.; orden Coleoptera. La hembra adulta oviposita al pie del tallo, en la base del vástago y en el fruto. Al eclosionar, las larvas se alimentan del tallo, y construyen galerías a todo lo largo de la planta, incluyendo el fruto. Los adultos miden alrededor de 14 mm y son de color negro, con dos manchas naranja sobre los élitros.

Se han presentado muy esporádicamente en algunas áreas densamente arboladas y con condiciones de alta humedad.

Para controlarlo químicamente se deben iniciar o repetir aplicaciones de Sevin 5% G (Carbarilo) en dosis de un gramo por fruto, o bien dos y medio litros de Paration Metílico 50% por hectárea, se asperja sobre el tallo y la base de la planta utilizando 50 mm de la solución por planta.

Ratas

Atacan vástagos y frutos desde que brotan, hasta que maduran, perdiendo por completo su valor comercial. Las zonas con mayor incidencia de daños son vecinas de las áreas productoras de maíz y caña de azúcar; también favorecen su presencia los matorrales altos. El ataque aumenta después de la cosecha de maíz y la quema de los cañaverales.

En áreas cultivadas con abundantes fuentes alimenticias, la infestación se expande rápidamente, por lo cual es necesario organizar campañas coordinadas por los Distritos de Desarrollo Rural, Juntas Locales de Sanidad Vegetal y por la Dirección General de Sanidad Fitopecuaria y Forestal. Se controlan con cebos envenenados a base productos específicos u otros rodenticidas comerciales. Estos se distribuyen estratégicamente en toda la plantación cuando se detectan los primeros daños.

Los cebos se preparan de acuerdo a las instrucciones del fabricante y generalmente se protegen de las lluvias, colocándolos en latas vacías marcadas con una señal de peligro, las cuales se distribuyen acostadas alrededor de la plantación, cada 10 o 15 m. Se deben extremar las precauciones en uso para evitar daños a personas y fauna silvestre.

Aves.

Entre las aves que más daños causan a la piña hay una conocida en la región con el nombre de "Pepe", cuya presencia también coincide con las áreas maiceras y de abundante vegetación. Estas aves prefieren comer frutos, a partir de que estos inician su maduración, dejándolos picoteados e inservibles para su comercialización; el daño es más frecuente cuando en la plantación hay árboles en donde puedan posarse. La mejor manera de reducir los daños es el recurrir a una persona que cuide la huerta durante la etapa de maduración del fruto y proceso de cosecha: también pueden ahuyentarse por medio de cohetones,

espantapájaros o colocando hilo “nylon” brillante a la altura de vuelo de los pájaros, aproximadamente a dos metros de altura dentro y en la periferia del piñal.

Nematodos.

Se considera el segundo problema parasitológico más importante de la piña en el mundo; en México se encuentran muy generalizados; éstos microorganismos pueden causar las pérdidas del 15 al 45% de la producción de piña; su población varía de acuerdo al manejo del cultivo. En algunas plantaciones del Papaloapan se han encontrado hasta 15 mil nematodos por muestra de 100 g de suelo; lo cual es preocupante ya que algunos especialistas consideran que con 100 individuos por muestra son suficientes para provocar daños de consideración.

Los géneros predominantes en la región son: *Pratylenchus*, *Helycotylenchus*, *Tilenchorhynchus*, *Meloidogyne*, *Criconemoides*, *Aphelenchus*, *Radopholus*, *Tylenchus*, *Psilenchus* y *Hoploloimus*; en donde por frecuencia sobresalen los primeros cuatro géneros, los cuales coinciden como los más importantes reportados en los principales países productores de piña en el mundo.

Su cuerpo es típicamente cilíndrico a excepción de *Meloidogyne*, con simetría bilateral, su tamaño varía de 0.3 a 1.0 mm de longitud por 0.015 a 0.035 mm de ancho. El ciclo de vida de los géneros mencionados es de 20 a 25 días en el trópico; pasan por las etapas de huevo, cuatro estadíos larvarios y adultos; se reproducen en forma sexual y partenogenética.

Algunas especies como *Criconemoides* spp se alimentan de la parte externa de las raíces (ectoparásitos) de las plantas huéspedes; en general dejan de comer y se desprenden de las raíces cuando éstas son perturbadas. Otros se introducen a su huésped para completar su ciclo (endoparásitos), son migratorios y se ubican en el parénquima de las raíces huéspedes, se mueven a través de los tejidos de las raíces, y se alimentan de las células, lo cual provoca la muerte de dichos tejidos.

La mayoría de los fitoparásitos viven libremente en el suelo y se alimentan de la superficie de las raíces. Las plantas de un primer ciclo de cultivo pueden reducir significativamente el rendimiento, pero en algunas cosechas el daño puede ser devastador. Las raíces afectadas presentan necrosis, deformaciones y podredumbre, lo que ocasiona la disminución o detención en el ritmo de crecimiento y consecuentemente hojas rojizas y pérdida de turgencia en los bordes y puntos de las hojas, flacidez del péndulo y frutos pequeños de mala calidad y sin valor comercial.

Los daños pueden reducirse de diferentes maneras, entre ellas:

- ✚ Preparación paulatina del terreno combinada con descansos prolongados por varios meses, sobre todo si se hace en período de sequía y altas temperaturas, lo cual provoca la muerte de los parásitos por inanición y desecación.
- ✚ La rotación con otros cultivos no hospederos o menos susceptibles como maíz, sorgo, pastos y la adición de abonos verdes y otros abonos orgánicos.
- ✚ Cuando los niveles poblacionales de nematodos son altos, deben usarse oportunamente algunos de los nematicidas granulados o líquidos autorizados para este cultivo.
- ✚ Tratamiento con calor es el método más eficaz y frecuente en el tratamiento del suelo para cultivos de invernadero y macetas. Se utilizan dos tipos de tratamientos: el primero consiste en elevar la temperatura del suelo hasta casi 50°C durante 30 minutos con vapor o agua caliente; y el segundo en la esterilización que con frecuencia se práctica a 82°C durante 30 minutos, con lo cual se erradica a todos los nematodos y prácticamente a otros organismos del suelo. Esta alternativa se realiza

mediante la solarización, a nivel comercial se cubre herméticamente el suelo con una película especial de polietileno transparente, bajo la cual sube la temperatura y provoca el “efecto de invernadero” hasta un nivel dañino o mortal para los nematodos, el tiempo de solarización depende de los factores ambientales, aunque como promedio se considera que este varía de cuatro a ocho semanas.

Los tratamientos preventivos son de suma importancia y para efectuarlos en pre-plantación se sugiere aplicar antes del último rastreo y siempre que exista la humedad suficiente, los nematicidas granulados Nema-cur 10% (Fenamifos), o bien Mocap 10 o 15% G (Etoprofos), en dosis de 50 a 100 kg por hectárea. En el caso de nematicidas líquidos, Mocap Gel 68% a razón de ocho litros por hectárea en aspersión total con ayuda del aspersor de alto volumen, es la mejor alternativa en pre-siembra.

10.11. Control de enfermedades

Pudrición del cogollo y raíz.

Se presenta principalmente en plantaciones establecidas, con mal drenaje o infestadas con nematodos. Su severidad se incrementa a medida que el suelo es menos ácido (pH mayor a 5.5). Los hongos destruyen la raíz y el cogollo, y pudren toda la planta. Los agentes causales son: *Phytophthora parasitica* Dast; *P. cinnamomi* Rands; *P. cithophthora* (R.E. Fm o E.H. Fm), *Leonian*, *P. parasitica* var. *Nicotianae* (Breda de Hann); Tacker; y *Pythium polimorphum* Fiferis.

Los síntomas clásicos son: cambio de color de las hojas del cogollo, del verde claro al verde amarillento; pudrición en la base del mismo, por lo cual éste se desprende fácilmente, despidiendo un olor fétido. Esta enfermedad ataca plantas de todas las edades, pero se acentúa en las recientemente establecidas en el terreno. De manera especial afecta a las coronas y en menor grado a los hijuelos.

Los daños se reducen con las siguientes prácticas de cultivo:

- ✚ Evitar encharcamientos para disminuir riesgos de infección.
- ✚ Subsolear en donde la presencia de una capa dura a poca profundidad, impida el libre drenaje natural.
- ✚ Evitar durante los deshierbes manuales, que caigan al cogollo partículas de suelo infectado adheridas a la maleza.
- ✚ Impedir quemaduras a las partes tiernas de la planta por las aplicaciones sólidas o líquidas de carburo, fertilizantes e insecticidas.
- ✚ Cuidar que haya una buena cicatrización de la herida de los vástagos y las coronas al arrancarse de la planta madre.
- ✚ Evitar que el material esté mucho tiempo amontonado en el suelo antes de plantarse.

Marmoleado o mancha café del fruto.

El agente causal de esta enfermedad es la bacteria *Erwina ananas*. Se presenta con mayor incidencia en el período de abril a junio, durante él ocurren cambios bruscos en la temperatura y humedad ambiental provocados por lluvias “locas” o repentinas que ocurren en las horas del día con mayor temperatura. Esto contrae violentamente los tejidos y las partes del fruto, y se absorbe el agua contaminada con la bacteria en este proceso, lo cual infecta al fruto, ya que penetra por las cavidades de la flor y se establecen en los frutillos. Las condiciones de baja acidez, características de los frutos inmaduros y en crecimiento, favorecen el desarrollo de la bacteria.

Los síntomas se presentan generalmente seis o siete semanas después de la infección. En el exterior del fruto y particularmente alrededor de los frutillos u “ojos” afectados, se observan áreas de color verde opaco, y al partirlos muestran en su pulpa tejidos de un color café oscuro de consistencia generalmente dura, aunque también puede ser acuosa.

Actualmente no se tiene definido su control químico; sin embargo, pueden aplicarse algunas de las siguientes medidas que reducen su incidencia:

- ✚ Programar la cosecha para los meses de menor riesgo.
- ✚ Incrementar la acidez del fruto en las plantaciones que se cosecharán durante la época de mayor riesgo mediante la sustitución del sulfato de potasio por cloruro de potasio en las dos últimas fertilizaciones.
- ✚ También se ha observado que el método de protección del fruto contra quemaduras de sol, consistente en utilizar las mismas hojas de la planta amarradas con una rafia o cordel, presenta una menor proporción de frutos “manchados” que cuando se utiliza papel, pues en el primero el fruto se calienta menos y el cambio de temperatura es menos brusco.

10.12. Riego

Aunque las cubiertas o acolchados plásticos mantienen mayor humedad aprovechable en el suelo aún durante la época seca, el uso de sistemas de riego, ya sean solos o combinados con el plástico, son una opción para incrementar el ritmo de crecimiento de las plantas durante los meses de noviembre a mayo, o incluso más, ya que es frecuente que se presenten períodos relativamente largos de falta de humedad aún dentro del período de lluvias, los cuales pueden cubrirse con la implementación de esta práctica.

Durante los dos primeros meses de edad después de la siembra, la planta ocupa la humedad sólo para la emisión de raíces, en este período debe evitarse un déficit hídrico, ya que si el suelo se seca, las raíces mueren rápidamente. Después de esta fase los requerimientos son de 1 a 2 mm diarios de agua, pero como la cobertura del suelo por la planta es mínima, ocurre una evaporación de 3-4 mm por día; por lo tanto, el consumo total diario varía entre 4 y 5 mm.

Después de los cinco meses de edad, hasta la floración, la tasa de crecimiento de la planta es continua y como el suelo recibe una mayor cobertura, la evaporación directa es menor; aquí las necesidades de agua son de 3 a 4 mm por día. No es conveniente racionar el agua al máximo, sobre todo si la planta no muestra síntomas de exceso de humedad.

Cuando se presenta durante las etapas de floración, desarrollo y maduración del fruto, la sequía puede provocar pérdidas de peso de 300 a 800 g por fruta en promedio. En estas etapas también un exceso de agua es perjudicial, pues el punto máximo de susceptibilidad es un mes antes de la cosecha. El óptimo económico en riego es aquel que permite a las plantas satisfacer alrededor del 80 por ciento de sus necesidades máximas (2.1 a 2.5 mm).

Con gastos promedio de 60 litros por segundo, se pueden regar por aspersión una superficie aproximada de 120 hectáreas, con una lámina de 4.2 mm diarios. Para las condiciones de los suelos donde se cultiva la piña, los sistemas de riego recomendados son: aspersión y goteo.

10.12.1. Riego por aspersión

El sistema de aspersión tiene una eficiencia en el uso del agua de aproximadamente un 80%. Es importante analizar la calidad del agua que se va a utilizar para el riego, ya que permite desarrollar mejor el programa de uso y manejo, y proyectarlo para el futuro.

Un gasto de 60 litros por segundo es suficiente para regar alrededor de 120 hectáreas, con una lámina de riego de 8.4 mm cada dos días. La tubería principal puede ser de 8 pulgadas de diámetro, pudiendo llegar a la parte más lejana del terreno con un diámetro de 4 pulgadas. Dentro de la plantación, la tubería se distribuye a lo largo y en medio de las tablas, cambiando los diámetros de 1 a 3 pulgadas, de acuerdo con la longitud. Si el sistema de aspersion es de martillo fijo (toda la tubería va enterrada), el terreno se divide de acuerdo al número de válvulas de salida que se tengan; para un gasto de 15 litros por segundo por válvula, se riegan 1.28 hectáreas en dos horas, y si existen cuatro válvulas simultáneas, se riegan 5.13 hectáreas. Si en un día se hacen 12 cambios entonces se riegan 60 hectáreas diarias: este sistema se sugiere regar cuando existe un 80% de abatimiento de la humedad aprovechable.

Con la presión de cada aspersor de 2.5 kg cm^{-2} , se tiene un gasto de 0.4 litros por segundo y una cobertura de 30 m de diámetro, con abertura de boquilla de $5/32'' \times 3/32''$ de pulgada (modelo 46 H plástica). Los aspersores se sitúan cada 18 m y cada válvula lleva 37 aspersores.

Los sistemas semi-portátiles, en donde la tubería es superficial, tiene menores costos de inversión inicial, pero la operación es más laboriosa y a largo plazo (20 años) resultan más caros. No tienen válvulas y la tubería es de aluminio. La lámina aplicada es mayor ya que el intervalo entre riego también es mayor. No se recomiendan donde hay pendientes mayores del 15%.

Otra variante es el de aspersion con "cañones" semi-portátiles o portátiles, el cual es menos costoso en un corto plazo, pero menos eficiente y más laborioso en su operación. Se pueden usar 6 cañones que proporcionan 10 litros por segundo a 3.5 kg cm^{-2} y un diámetro de 85 m con la boquilla de 0.9 pulgadas. Estos trabajan durante 3.5 horas para aplicar una lámina de 6.5 cm y la frecuencia de riego es cada 11 días, para aplicar la lámina diaria requerida. Bajo este esquema se debe regar cuando hay un abatimiento de la humedad aprovechable del 50%. El

espaciamiento es de 54 m entre líneas y 36 entre “cañones”; con este espaciamiento se logra una precipitación de 1.85 cm por hora. Se manejan tuberías portátiles de aluminio de 4 pulgadas por 9 m de longitud. La tubería principales de PVC y puede ser de 8 pulgadas a un mínimo de 6.

10.12.2. Riego por goteo

El sistema de riego por goteo consiste en suministrar agua a la planta directamente en la zona radical; puede ser con base en una baja tensión y una alta frecuencia, con la cual se crea un ambiente óptimo de humedad en el suelo. La eficiencia en el uso del agua es del 95%.

Consiste en una red de tubería, de diámetro pequeño por el bajo volumen de agua utilizado. La línea regante se integra a una cinta de goteo de pared delgada, la cual trae emisores o goteros integrados; con espacios entre ellos de 30 cm. La cinta va colocada el centro de cada cama, en medio de la calle angosta. La operación es a través de canales automáticos o manuales. Bajo este sistema, en Hawaii se requieren de 47,000 a 94,000 litros de agua por hectárea por semana, cuando las mangueras son colocadas debajo del acolchado con plástico. La ventaja de este sistema es el ahorro de agua y mano de obra, menor incidencia de maleza, aplicandose a la vez fertilizantes y agroquímicos.

10.13. Cosecha

La cosecha normal se inicia de los 5.5 a 6.5 meses después del tratamiento de inducción floral, dependiendo de la época del año en la que desarrolla el fruto y las condiciones de temperatura y humedad durante su formación y crecimiento. El grado de madurez con el cual se deben cortar los frutos depende del destino de la producción, la distancia al lugar de consumo y la época del año.

Debe tomarse en cuenta que durante la época “fría”, los frutos externamente presentan un grado de maduración que no corresponde al interno, el cual está más retrasado. Por el contrario durante la época “cálida” la madurez interna

sobrepasa a la madurez externa, por lo que los frutos deben cortarse antes de presentar problemas de sobre maduración. Es de suma importancia que el productor defina claramente con el comprador el grado de madurez requerido, para evitar pérdidas en campo.

La cosecha se efectúa en forma manual con el auxilio de canastos de carrizo, conocidos localmente como “ponites”, con capacidad para 25 frutos aproximadamente o utilizando “mantas” que, aunque tienen menor capacidad, ocasionan un mínimo de magulladuras en los frutos. Estos se desprenden de la planta mediante una torsión con la mano, o en el caso de fruta para exportación, si el cliente lo requiere, con el auxilio de un cuchillo, con el cual se corta del pedúnculo sin provocarle desgajamientos, dejándole un pequeño muñón de 1.5 a 2.0 cm que permite proteger al fruto durante su transporte.

Antes de iniciar la cosecha se debe definir a detalle el grado de madurez requerido, lo cual se relaciona directamente con la época del año y el destino de la producción. La maduración se mide al dividir visualmente la fruta en seis partes transversales y se observa el avance de la coloración amarilla-anaranjada de la cáscara, síntoma propio de la maduración de la piña Cayena; se compara con los valores del Cuadro 9 y se obtiene su clasificación de madurez externa Castañeda, (2003).

XI. MATERIAL GENÉTICO Y VARIEDADES DE PIÑA

La planta de piña presenta una reproducción prácticamente asexual: dentro de la misma variedad sus flores son autoestériles y por lo tanto no producen semillas. La autoincompatibilidad disminuye a medida que las variedades se alejan más, genéticamente. Es altamente heterocigótica, con cromosomas pequeños, en donde el normal diploide es $2n=50$, triploide $3n=75$ como el clon Cabezona, o tetraploide $4n=100$ como el clon James Queen.

Cuadro 9. Consideraciones a tomar en cuenta antes de cosechar la piña.

1.	El Brix óptimo para el mercado es de 12 a 14 grados y aumenta y aumenta un grado cada 14 días.
2.	Se cosecha a un pH mayor de 3.
3.	Las condiciones de luminosidad son importantes para el brillo y coloración del fruto.
4.	Después que la fruta se cosecha el Brix no varía.
5.	Después del corte de la fruta, la porosidad, traslucidez y color aumentan, los ácidos disminuyen.
6.	Para el mercado de Estados Unidos el grado de maduración es de 5 grados y para Europa debe ser de 4 grados de maduración en una escala del 1 al 7.
7.	En el momento del corte debe considerarse una escala de 1.5 en una escala de De igual forma la traslucidez.
8.	La fruta cuya coloración evoluciona más rápido tiene prioridad en la cosecha y en el empaque.

Las mutaciones somáticas son relativamente frecuentes: por ejemplo, el carácter “hojas con espinas”, el cual afecta al 1% de las plantas del cultivar Cayena Lisa y causa variabilidad dentro del mismo grupo y variedad.

Las variedades del grupo Cayena, como la Cayena Lisa Regional y la Champaka, las cuales por sus características, son las más cultivadas y con mayor demanda a nivel mundial; sus hojas tienen pocas espinas, por lo que se facilita el manejo del cultivo; el fruto es cilíndrico con bayas planas de 2.5 cm de diámetro; pulpa de color pálido a amarillo dorado, con un contenido promedio de 13% de sólidos solubles y 0.6% de ácido cítrico, lo cual le confiere un sabor universalmente apreciado, propio para su consumo en fresco o en conserva; el peso promedio del fruto es de 2.5 kg, aunque varía de acuerdo con la densidad de plantación utilizada y el manejo del cultivo.

En las principales y más tecnificadas regiones piñeras del mundo, la variedad Cayena Lisa tradicional, va siendo desplazada rápidamente por la Champaka, debido a que ésta última ha mostrado superioridad en: consistencia y densidad del fruto, contenido de azúcar, rendimiento de rodajas enteras en fábrica, resistencia al manejo postcosecha, rendimiento total, precios en el mercado internacional y un menor porcentaje de frutos “abotellados”

Con gran éxito a nivel comercial, el híbrido MD-2 está siendo explotado en algunos lugares; su pulpa es firme, amarillo naranja con sabor diferente al Cayena Lisa Tradicional, la forma de la fruta es completamente cilíndrica de hombros bien formados. La planta es más susceptible a las floraciones naturales y a la pudrición del cogollo y raíz. Bajo las condiciones actuales de mercado internacional, esta fruta alcanza mayor precio.

XII. AGROINDUSTRIAS DE LA PIÑA

La comercialización de la piña en México está estrechamente vinculada a la temporalidad de la época de cosecha, por ejemplo, en los meses de septiembre, octubre y noviembre, periodo en el que hay escasez del producto, éste se destina principalmente a la venta en fresco en el mercado doméstico, por lo que es en ese periodo cuando se alcanzan mayores cotizaciones del producto, mientras que en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, cuando se levanta la cosecha en la zona del Bajo Papaloapan, los precios se reducen considerablemente y la agroindustria se convierte en el principal receptor de la abundante oferta.

La piña que se produce en el país tiene tres usos como destino final. El mercado en fresco es el principal destino y absorbe casi el 70% de la producción nacional; la industria que tiene como objetivo principal la elaboración de almíbares y jugo, consume entre el 23 y 25% de la producción; mientras que entre el 5 y el 7% del volumen producido se destina al mercado de exportación de piña en fresco.

En un reciente estudio sobre conglomerados de la piña, Dussel, (2002) menciona que en la región del Papaloapan se localiza un número importante de agroindustrias: Conservas La Torre, Clemente Jacques, Jugos del Valle, Kraft Foods de México, Productos Loma Bonita, Agroindustrias Loma Bonita, Herdez, Tropifrut, Jugomex, Jugos del Centro, Conservas Pegaso (ahora Don Paco Conservas, S.A.), a las que se debe agregar la Empacadora Santa Mónica.

Productos que pueden elaborarse a partir de la industrialización de la piña son:

Piña envasada.

Es el producto obtenido a partir del troceado de la sección de la piña que queda de eliminar la base, la corona y la cáscara. Este troceado puede ser en rebanadas, trozos pequeños y trozos en pedacitos (pedacería). En este tipo de presentación se coloca en latas las cuales son llenadas con almíbar (mezcla de agua y azúcar en proporciones definidas). Los grados Brix de este producto son importantes de controlar pues se debe llegar a un equilibrio entre la fruta y el almíbar. El tratamiento térmico que se aplica y el pH final del producto son factores importantes para asegurar un producto de calidad. Además de las latas se pueden usar frascos de vidrio. Si se envasa piña mezclada con otras frutas en almíbar, se obtiene Cóctel de frutas como producto final, que es otra alternativa de industrialización.

Piña deshidratada.

Este producto se obtiene de la eliminación controlada de la mayor parte del agua libre de la piña. Por lo general ésta se prepara en trozos o rodajas enteras para tener una mejor presentación y facilitar el proceso. La humedad final llega a ser cercana al 5%, y esto permite su conservación por un tiempo prolongado siempre y cuando se empaque apropiadamente (bolsa plástica y caja de cartón) y se mantenga en lugares frescos.

Jugo.

El jugo se obtiene a partir de una trituración de trozos de fruta, seguida de una separación de las partes sólidas por algún método de filtración adecuado. El jugo debe ser pasteurizado y empaçado para lograr prolongar su vida útil, utilizando alguna barrera contra la descomposición como puede ser el uso de algún tipo de preservativo o bien mantenerlo en refrigeración. El empaque puede ser plástico, lata con recubrimiento para protegerlo de la acidez, laminado (plástico, cartón y metal) y otros. El pH de este producto debe controlarse para que sea agradable para el consumo humano. Por lo general a nivel de proceso deben hacerse mezclas de diferentes jugos según la variación del pH de los mismos, para obtener un producto de buena calidad. También puede combinarse este jugo con el de otras frutas para obtener jugo mixto de fruta como producto final.

Néctar.

El néctar es el producto que se obtiene de la mezcla del jugo de la fruta con cierta cantidad de sólidos provenientes de pulpa de la fruta con los mismos grados Brix de la fruta original. Por lo general se obtiene de diluir la pulpa de la fruta hasta alcanzar 30 grados Brix. Los métodos de conservación que se utilizan son los mismos del jugo y el tipo de empaque también.

Pulpa.

Es el producto que se obtiene del proceso básico que se le da a la piña, el cual es la trituración de trozos de piña sin cáscara. Este puede ser conservado, por tratamiento térmico, con preservativos y empaques adecuados en pequeñas presentaciones, o bien puede envasarse a granel para ser vendido a otras plantas procesadoras que elaboran otros tipos de productos como helados, jaleas, mermeladas, refrescos, etc.

Pulpa concentrada congelada.

Es el producto que se obtiene de aplicar calor a la pulpa y eliminar como mínimo el 50% del agua inicial. Los procesos de concentrado y congelación se aplican para conservar el producto por períodos muy largos de tiempo. Este producto es estable sin uso de aditivos químicos, siempre y cuando se mantenga la cadena de frío. Cuando ésta pulpa es reconstituida (adición de agua según proporción eliminada) deben presentarse las mismas características de la pulpa original.

Pulpa aséptica.

Es la pulpa que recibe el tratamiento térmico suficiente para lograr su esterilidad y es empacada en ambiente y empaque aséptico. No lleva ningún tipo de aditivo y tiene una larga vida de estante. El equipo necesario para lograr esta estabilidad es muy específico y se considera tecnología de punta.

Jugo concentrado congelado.

Este producto se obtiene por la aplicación de calor al jugo de piña, de modo que se baja su contenido de humedad y se tiene mayores facilidades de conservación. Los métodos de conservación son los mismos que se aplican para la pulpa concentrada de modo que se obtiene un producto sin aditivos químicos.

Jalea.

Las jaleas entran dentro del grupo de conservas de frutas las cuales se definen como un producto semisólido preparado a partir de la mezcla de 45 partes de frutas lista para procesar con 55 partes de azúcar. Esta mezcla debe ser cocinada hasta que llegue a un contenido final de sólidos que puede ir de 65 a 68%. Aún estando caliente se procede a envasarla para mantener su estabilidad en el empaque. Por lo general las jaleas se preparan a partir del jugo de la fruta y se llega a obtener una consistencia de gel, puede contener trozos de fruta o prescindir de ellos.

El grado de dureza final depende del uso de agentes gelificantes como la pectina, que debe ser añadida en condiciones controladas de acidez y porcentaje de sólidos para garantizar la calidad del gel final. Para asegurar que se podrá conservar bien estando a temperatura ambiente (vida de estante) se pueden añadir aditivos químicos como preservativos, principalmente para combatir hongos. Debe mantenerse en refrigeración una vez abierto el producto.

Mermeladas.

Este producto entra dentro del grupo de conservas de frutas las cuales se definen como un producto semisólido preparado a partir de la mezcla de 45 partes de frutas lista para procesar con 55 partes de azúcar.

Esta mezcla debe ser cocinada hasta que llegue a un contenido final de sólidos que puede ir de 65 a 68%. La consistencia final es semifluida y no de gel como la jalea. Por su alto contenido de azúcar y el llenado en caliente, este tipo de producto tiene una vida útil relativamente alta. Su estabilidad se mantiene usando un empaque adecuado y manteniéndolo en refrigeración una vez abierto. Para asegurar que se podrá conservar bien se pueden añadir aditivos químicos como preservativos, principalmente para combatir hongos.

Bocadillos.

Es un tipo de conserva que se logra por la cocción de fruta y azúcar en las proporciones necesarias para obtener un gel final compacto, de textura suave y fácil de cortar. Por lo general se dejan endurecer en moldes rectangulares y se trocean en tajadas delgadas, siendo estas empacadas en forma individual. Los grados Brix de este producto son mayores que los que se obtienen para jaleas y mermeladas. Este alto contenido de azúcar facilita su conservación, pero también se pueden usar aditivos químicos como preservativos.

Rellenos.

De la piña en trozos pequeños mezclada con crema pastelera se pueden obtener rellenos para pasteles que se pueden comercializar a nivel de sodas, restaurantes y de otras fábricas dedicadas a la elaboración de productos de pastelería. La estabilidad de este producto depende de darle un tratamiento térmico adecuado, además de trabajar en adecuadas condiciones de higiene. Se puede empacar en bolsa plástica o recipientes plásticos o de metal. Si no se le ponen aditivos debe conservarse siempre en refrigeración.

Vinagre.

El vinagre se obtiene por un proceso de acetificación de soluciones alcohólicas derivadas de materiales azucarados o harinosos (contenido de azúcar fermentable de 8-20%). Este proceso se realiza por actividad de cepas de bacterias propias de la materia prima. La cáscara y residuos de la piña que no se usan en el proceso pueden ser la materia prima para obtener vinagre natural, y así se puede dar un buen uso a los desechos. El vinagre debe ser pasteurizado una vez elaborado y se puede empacar en botellas de vidrio debidamente cerradas. Por su alta acidez es un producto estable a temperatura ambiente.

XIII. SUBPRODUCTOS DE LA PIÑA

Obtención de celulosa.

La industria agrícola es una fuente de generación de materiales fibrosos (raíz, tallo, hoja, u otras partes de la plantas) que por lo general son un subproducto de los proceso agrícolas y representa una fuente de contaminación en los campos. Debido a que estos materiales vegetales están constituidos por fibras lignocelulósicas, podrían ser una fuente importante para la obtención de celulosa (Balam *et al.*, 2006) o para lo obtención de materiales compuestos (Monhanty *et al.*, 2004) como lo es el agave “henequén”, misma familia a la que pertenece la piña.

Obtención de carbón.

El residuo de las hojas, corona, pedúnculo, y en general toda la planta entera de la piña se puede transformar en carbón, Hoy en día existe en el mercado la marca de carbón HEVIMA Carbón ecológico vegetal de piña. La principal ventaja de este carbón es su rápido encendido.

Existen otras formas de transformar los subproductos de la piña o de utilizarlo entre los cuales destacan: La composta, La utilización como capa protectora en terrenos escarpados, y en la regeneración de terrenos altamente degradados.

XIV. MERCADO DE LA PIÑA

El mercado mundial de la piña es de 2,495,569 toneladas, las cuales son importadas por 123 países. El 74.31% del mercado mundial de piña lo dominan ocho países que en orden de importancia se enlistan a continuación en el Cuadro 10: Estados Unidos (696,820 t), Bélgica (292,499 t), Países Bajos (200,026 t), Alemania (167,416 t), Japón (165,794 t), Reino Unido (116,730 t), España (113,182 t) y Canadá (102,064 t) (FAO, 2009).

Los principales canales de comercialización de la piña en fresco en México son:

- ✚ Central de Abasto del Distrito Federal: En esta central se adquiere entre el 30 y el 35% del volumen total de la producción nacional que se canaliza al mercado de la piña en fresco, sin embargo, no todo este volumen se consume en la Ciudad de México y la zona metropolitana, sino que una parte importante se redistribuye a otras centrales de abasto del interior del país.

🚧 Central de Abasto de Monterrey: Es la segunda en importancia y en donde se adquiere aproximadamente el 20% del volumen producido, a través de esta central se abastece al mercado del norte del país, que es el más retirado de las zonas productoras.

Cuadro 10. Países que importan piña en el mundo (FAO, 2009).

Países	Toneladas	Países	Toneladas	Países	Toneladas	Países	Toneladas
Albania	19	Croacia	1,633	Jamaica	1	Paraguay	666
Alemania	167,416	Cuba	3	Japón	165,794	Perú	50
Antigua-Barb	89	Dinamarca	11,045	Jordania	676	Polinesia Fr	1
Ar Saudita	4,351	Djibouti	32	Kazajstán	354	Polonia	10,769
Argelia	141	Rep. Dominicana	118	Kenia	121	Portugal	59,685
Argentina	12,397	Ecuador	7	Kirguistán	47	Qatar	1,202
Armenia	15	Egipto	408	Lesoto	800	Reino Unido	116,730
Australia	761	El Salvador	10,760	Letonia	1,990	Rumania	2,501
Austria	14,718	Emiratos Ar	6,662	Libano	313	San Vicente	8
Azerbaiyán	129	Eslovaquia	2,043	Libia	151	Senegal	116
Bahamas	314	Eslovenia	2,723	Lituania	2,130	Serbia	645
Bahrein	390	España	113,182	Luxemburgo	1,768	Seychelles	149
Barbados	387	Estad Unidos	696,820	Macedonia	81	Singapur	18,099
Belarús	1,249	Estonia	859	Malasia	935	Siria	971
Bélgica	292,499	Fed Rusia	33,431	Maldivas	1,967	St Kitts	32
Bosnia Herzg	486	Islas Feroe	57	Malí	64	Sta. Lucía	111
Botswana	270	Finlandia	2,073	Malta	212	Sudáfrica	104
Brasil	1	Francia	96,488	Marruecos	1,481	Sudán	43
Brunei Darism	157	Gabón	5	Mauritania	1	Suecia	7,318
Bulgaria	910	Georgia	124	México	192	Suiza	16,986
Burkina Faso	11	Grecia	5,240	Moldova	119	Suazilandia	29
Cabo Verde	158	Guatemala	1135	Mongolia	1	Tailandia	12
Canadá	102,064	Guyana	11	Montenegro	105	Tanzania	2
Rep. Checa	9,252	Honduras	314	Namibia	111	Trinidad Tob	5
Chile	10,841	Hungría	1816	Nepal	2,979	Túnez	12
China	8,935	India	30	Nicaragua	51	Turquía	2,408
China, Macao	195	Indonesia	189	Noruega	7,355	Ucrania	5,247
Hong Kong	8,608	Irán	519	Nuev Zeland	8,366	Uruguay	613
Chipre	559	Irlanda	3,758	Omán	2,148	Yemen	9
Colombia	1,332	Islandia	655	Países Bajos	200,026	Zambia	59
Rep. Corea	77,275	Israel	74	Pakistán	208	Zimbabue	28
Costa Rica	37	Italia	14,2168	Panamá	19		

- ✚ Central de Abasto de Guadalajara: Esta central adquiere el 10% en promedio de la producción nacional destinada al mercado en fresco.
- ✚ Plazas de segundo orden como Puebla, Chihuahua, Tamaulipas, Yucatán y Michoacán, adquieren el 10%.
- ✚ Plazas menores y cadenas de autoservicio consumen el restante 30-35%.

XV. 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 piña en el presente estudio, solo analiza los factores ambientales.

Para la determinación de las zonas de alta potencialidad para el cultivo 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 piña.

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: ¿Cuándo es la época propicia para sembrarlo o establecerlo?
- ✚ ¿Cuánto rendimiento puedo esperar?

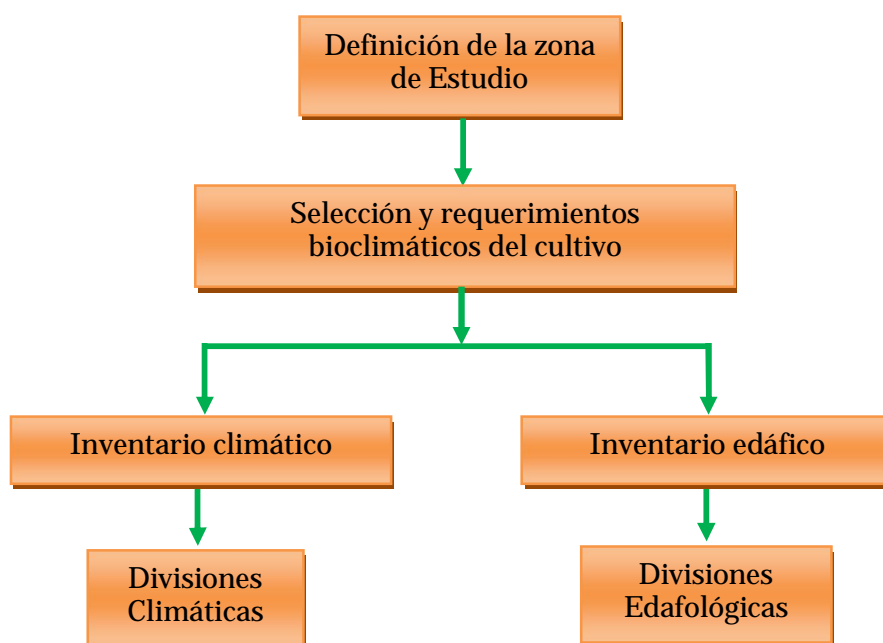


Figura 2. Metodología simplificada de la zonificación agroecológica para el cultivo de piña.

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).

XVI. SELECCIÓN Y REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE PIÑA

Las variables principales que se consideraron para determinar las zonas con alto potencial productivo en el cultivo de piña 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 11). 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>.

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.

Cuadro 11. Variables seleccionadas para definir áreas potenciales para el cultivo de piña 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.	pH
Radiación	Pendiente (%)
	Drenaje
	Salinidad
	Toxicidad por aluminio.

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 I).

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 piña.

16.1. Inventario climático

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

16.2. 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.

16.1.2. Período de crecimiento

El periodo 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 piña.

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.

16.2. Inventario edafológico

16.2.1. 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 11. 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 piña.

16.3. Fuentes de información

16.3.1. 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 XVI.

16.3.2. Información edafológica

Se realizó en base al 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 Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Organización de la Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y la Cultura (FAO/UNESCO) Palma *et al.*, (2007).

16.3.3. 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 piña, las cuales se denomina áreas con alto potencial productivo.

XVII. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE PIÑA

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 piña en Tabasco.

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

$$Y = Bn \cdot Hi \quad (1)$$

Donde:

Y = Rendimiento máximo sin restricciones (kg ha^{-1}).

Bn = Producción de biomasa neta (kg ha^{-1}).

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).

$$Bn = (0.36 \cdot b_{gm} \cdot L) / ((1/N) + 0.25 \cdot C_t) \quad \text{Expresada en } (\text{kg ha}^{-1}). \quad (2)$$

Donde:

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

$$bgm = F \cdot b_0 + (1 - F) \cdot b_c \quad \text{Expresada en (kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}) \quad (3)$$

Donde:

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

$$F = (A_c - 0.5 \cdot R_g) / (0.80 \cdot R_g) \quad (4)$$

Donde:

A_c = Radiación fotosintéticamente activa en un día totalmente despejado (cal cm⁻² d⁻¹) (Tablas para P_m = 20 kg ha⁻¹ h⁻¹).

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

También se reportan en tablas los valores de b_c y b₀ para plantas con una fotosíntesis máxima (P_m) de 20 kg CH₂O ha⁻¹ h⁻¹, para lo cual se requiere calcular la temperatura diurna (T_{foto}), la cual se calcula con la ecuación (5).

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

T_{max} = Temperatura máxima

T_{min} = Temperatura mínima

R_g = Radiación global medida (cal cm⁻² d⁻¹)

bo = Tasa de fotosíntesis bruta en días completamente nublados (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.

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 ≥ 5)

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

$$L = 0.3424 + 0.9051 \cdot \log_{10}(\text{IAF}) \quad (6)$$

IAF = Índice de área foliar utilizada fue de 7.9 (Souza *et al.*, 2008)

log₁₀(IAF) se obtiene de gráfica.

N = Duración del ciclo del cultivo (455 días).

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

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

C₃₀ = 0.0108 para cultivos como la piña 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 piña. El valor de Hi del cultivo de piña utilizado fue de 0.35, el cual fue obtenido de Bautista, (2001).

XVIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

Desde el punto de vista climático (temperatura y precipitación) el estado de Tabasco tiene 2,304,362 hectáreas con alto potencial productivo para cultivar piña (Anexo 3). El resto de la superficie del estado no es apta para cultivar este frutal, ya que presentan un periodo de crecimiento menor al requerido por este cultivo.

En cuanto, a los requerimientos de suelo para el cultivo de la piña, el estado de Tabasco cuenta con 31 subunidades de suelo aptas para este cultivo, que en conjunto suman una superficie de 746,235 hectáreas, las cuales se mencionan a continuación: Fluvisol Éútrico (FLeu), Fluvisol Éútrico, Vertisol Crómico (FLeu, VRcr), Cambisol Dístrico (CMdy), Cambisol Crómico (CMcr), Fluvisol Dístrico (FLdy), Luvisol Crómico (LVcr), Luvisol Crómico, Acrisol Plíntico (LVcr, ACpl), Luvisol Crómico, Alisol Gléyico (LVcr, ALgl), Ferralsol Ródico (FRro), Acrisol Húmico (AChu), Acrisol Húmico, Acrisol Gléyico (AChu, ACgl), Acrisol Húmico, Acrisol Plíntico (AChu, ACpl), Acrisol Húmico, Gleysol Plíntico (AChu, GLpl), Alisol Húmico (ALhu), Alisol Húmico, Alisol Gléyico (ALhu, ALgl), Alisol Húmico, Alisol Plíntico (ALhu, ALpl), Acrisol Férrico (ACfr), Acrisol Háplico (ACha), Alisol Férrico (ALfr), Alisol Férrico, Alisol Háplico (ALfr, ALha), Alisol Férrico, Gleysol Mólico (ALfr, GLmo), Alisol Háplico (ALha), Luvisol Gléyico (LVgl), Plintosol Éútrico (PTeu), Plintosol Úmbrico (PTum), Luvisol Háplico (Luvisol Háplico), Acrisol Gléyico (ACgl), Acrisol Plíntico (ACpl), Acrisol Plíntico, Acrisol Gléyico (ACpl, ACgl), Acrisol Plíntico, Alisol Férrico (ACpl, ALfr) y Alisol Gléyico (ALgl).

Estas subunidades de suelo, son las que cumplieron con las variables edáficas (química y física) del Cuadro 11, que exige como mínimo el cultivo de la piña, 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 Gleysoles (GL) que abarca una superficie de 675,272.38 hectáreas, presentan saturación con agua durante cierto periodo del año o todo el año, lo cuales lo demerita para cultivar piña.

El análisis edafoclimático (clima y suelo) muestra que el estado de Tabasco, cuenta con una superficie potencial de 735,814 hectáreas para cultivar piña, que se distribuyen en los diecisiete municipios del estado de Tabasco (Figura 2), de las cuales el 66% de ellas se concentran en cinco municipios que se jerarquizan a continuación: Huimanguillo (187,274 ha), Balancán (123,519 ha) Macuspana (69,649 ha), Cárdenas (55,332 ha) y Centro (51,377 ha). En la Figura 3 se ilustran las zonas de color naranja con alto potencial productivo para producir piña en el estado de Tabasco.

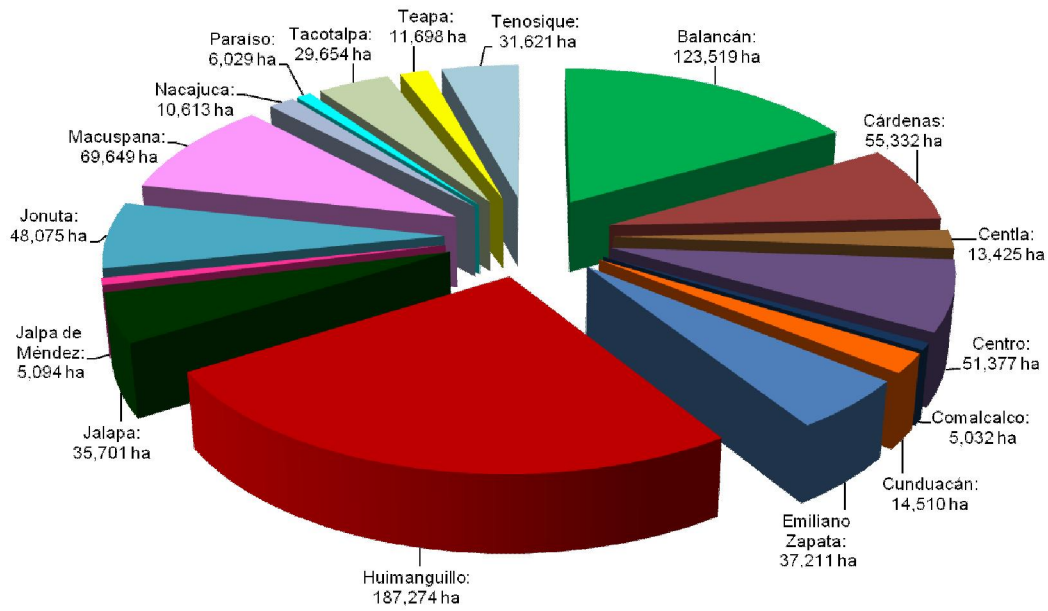


Figura 3. Superficie por municipio con alto potencial para cultivar piña en el estado de Tabasco.

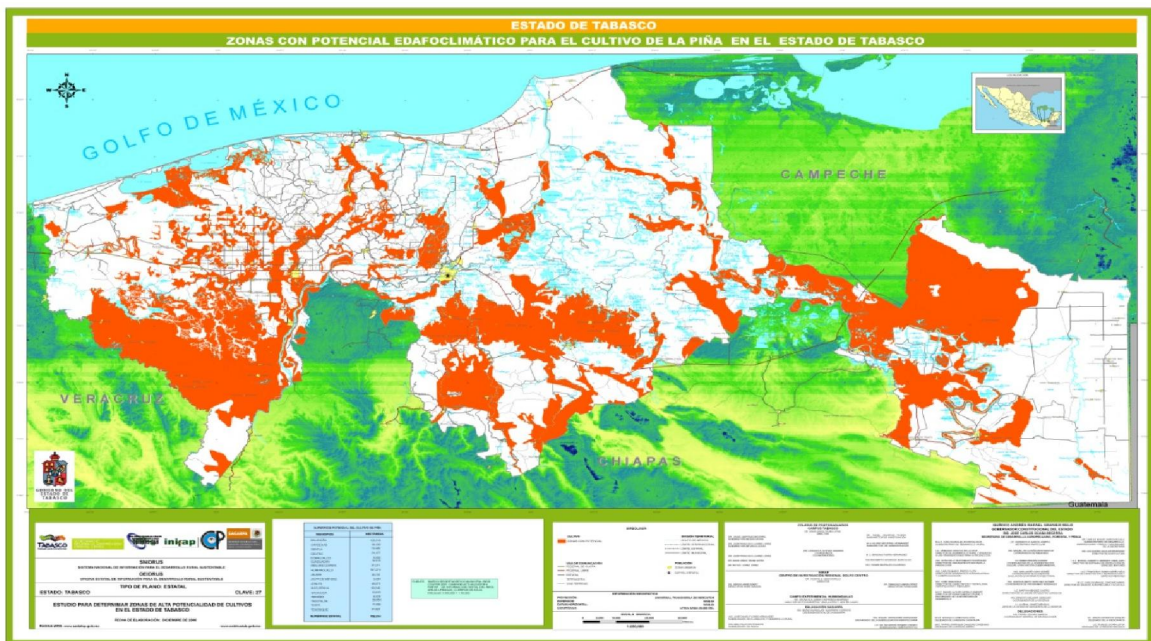


Figura 4. Distribución geográfica de la superficie con alto potencial productivo para el cultivo de piña en el estado de Tabasco.

El rendimiento potencial para el cultivo de la piña en el estado de Tabasco es de 105 t ha⁻¹ (Anexo 6), para plantaciones con una distancia de siembra de 90 cm x 55 cm, con una densidad de 35,000 plantas por hectárea. Estos rendimientos fueron estimados principalmente para la producción de fruta. Los rendimientos promedios a nivel nacional (41.98 t ha⁻¹) en la modalidad de temporal se ven superados en 63.02 t ha⁻¹. Sin embargo, los rendimientos reportados por el estado de Tabasco en la modalidad de riego (60 t ha⁻¹), en el 2002 se ven superado en 45 t ha⁻¹ (SIAP-SAGARPA, 2009).

Por otra parte Uriza *et al.*, (1994) reportan rendimientos potenciales de piña de 91 t ha⁻¹ de fruta fresca utilizando la misma densidad de siembra (35,000 plantas ha⁻¹). Aunque los mismos autores reportan rendimientos superiores al estimado para estado de Tabasco, conforme se incrementa la densidad de siembra. Así por ejemplo, con 70,000 plantas por hectáreas reportan rendimientos potenciales de 123 t ha⁻¹, aunque tiene el inconveniente de que la producción de fruta está destinada principalmente para industria.

En el presente trabajo, solo fue posible calcular el rendimiento potencial para la densidad de 35,000 plantas por hectárea, ya que no fue posible encontrar estudios, de distribución de la materia seca en piña para densidades más altas.

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.

XIX. CONCLUSIONES

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

- ✚ El estado de Tabasco, tiene un potencial climático (temperatura y precipitación) de 2,304,362 hectáreas para cultivar piña.
- ✚ El potencial edafológico del estado de Tabasco, para el cultivo de la piña es de 746,235 hectáreas.
- ✚ La superficie con alto potencial edafoclimático (clima y suelo) para cultivar piña en el estado de Tabasco es de 735,814 hectáreas.
- ✚ El principal factor ambiental que más limita el potencial productivo para el cultivo de piña en el estado de Tabasco es el factor suelo.
- ✚ Los rendimientos potenciales esperados para el cultivo de la piña en el estado de Tabasco son de 105 t ha⁻¹.
- ✚ El 66% de la superficie con alto potencial edafoclimático se concentra en cinco municipios: Huimanguillo (187,274 ha), Balancán (123,519 ha) Macuspana (69,649 ha), Cárdenas (55,332 ha) y Centro (51,377 ha).
- ✚ Las fechas de siembra para el cultivo de la piña utilizando la corona como material vegetativo es del 20 de marzo al 30 de agosto. Cuando se utiliza material vegetativo al gallo y clavo puede sembrarse del 15 mayo al 15 de noviembre.

XX. 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.
- BAC. (The Biology of *Ananas comosus* var. *comosus*). 2008. The Biology of *Ananas comosus* var. *comosus* (Pineapple). Department of Health and Ageing of the Gene Technology Regulator. Australia. 39 p.
- Balam, C. R. J.; Duarte, A. S. y Canché, E. G. 2006. Obtención y caracterización de materiales compuestos de fibras de la piña de henequén y polipropileno. Revista Mexicana de Ingeniería Química. (5)39-44.
- Bautista, M.J. 2001. Parámetros fisiotécnicos de piña *Ananas comosus* (L) Mierr. variedad cayena lisa para estimar dosis de fertilización. Tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo especialista en zonas tropicales. Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario del Sureste. San José Puyacatengo, Teapa, Tabasco, México. 82p.
- Bartholomew, D. P y Kadzamn, S. B. 1977. Pineapple. In: Ecophysiology of Tropical Crops. Academic Press. pp 113-149.
- Caamal, C. I y Tun, K. J. P. 2003. Distribución, Comportamiento y Rentabilidad del Cultivo de la Piña en México. PRONISEA-DICEA-UACH. Chapingo México. 112 p.
- CNA. (Comisión Nacional de Agua). 2005. Productos Climatológicos. Servicio Meteorológico Nacional. Disponible en <http://smn.cna.gob.mx>

- Collins, J. L. 1960. The pineapple. Botany, Cultivation and Utilization. Ed. Woild Crops Book. London. 136 p.
- Coppens, E. G y Leal, F. 2003. Morphology, anatomy and taxonomy. In: Bartholomew, D.P., Paull, R.E. and Rohrbach, K.G. (eds) The Pineapple. Botany, Production and Uses. CABI Publishing, Oxon, UK, pp. 13-32.
- 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). 1978. Agro-ecological Zones Project. Methodology and Results for Africa. Rome. Report NO. 48. Vol. 1. 158 p.
- 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. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Versión 1.0. AGLS. FAO. Rome, Italy.
Disponible en: www.ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropFindForm.
- FAO. (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2002. Statistical Database. Tropical Foods Commodity Notes.
- FAO. (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>.

- Fischer, G.; Granat, J y Makowski, M. 1999. AEZWIN An interactive multiple-criteria 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, No 6. México D.F. 90 p.
- IMTA. (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2003. ERIC III. Extractor Rápido de Información Climatológica v.1.0. 2007.
- Krauss, B. H. 1948. Anatomy of the vegetative organs of the pineapple, *Ananas comosus* L. Merr. I. Introduction, organography, the stem and lateral branch or axillary buds. The Bot Gaz. 110(2): 159-217.
- Leal, F. 1990. Complemento a la clave para la identificación de las variedades comerciales de pina *Ananas comosus*(L.) Merrill. Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay): (16), 1-11.
- Montilla, B. I.; Fernández, S.; Alcalá, M. D.; Gallardo, M. 1997. El Cultivo de la Piña en Venezuela. Maracay, Ven., Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Lara. IICA/ CReA/PROACINDINO/FRUTEX. 155 p.
- Montesinos, J. J. Y.; Uriza, D. E. A. Rebolledo, M. L y Rebolledo, M. A. 2005. Paquete tecnológico sobre cultivo de la piña en Oaxaca. Revista Agroproduce. Fundación Produce Oaxaca A.C. 36p. Disponible en:
www.oeidrus-oaxaca.gob.mx/produce/septiembre/contenido.pdf

- 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.
- Rebolledo, M. A.; Uriza, D. E. A y Rebolledo, M. 1998. Tecnología para la Producción de Piña en México. INIFAP-CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. Folleto Técnico Núm. 20. Veracruz, México. 159 p.
- Salisbury, F. B. y Ross C. W. 1994. Plant Physiology. 4th edition. Wadsworth Pub. Co. 682 p.
- Souza, C. B.; Da Silva, B. B.; De Azevedo, P.V y Da Silva, V.P.R. 2008. Fluxos de energia e desenvolvimento da cultura do abacaxizeiro¹. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.12, N.4, pp.400-407.
- 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. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>.

- 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.
- Uriza, A.D.E.; Rebolledo, M. A.; Zarate, M. R.; Orona, M. J. D.; Reyes, M. J.J. y Mosqueda, V.R. 1994. Manual para Producción de Piña para Veracruz y Oaxaca: Bajo Papaloapan. Secretaria de Agricultura y Recurso Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Centro de Investigación Regional del Golfo Centro. Centro de Investigación Regional del Pacifico Sur. Veracruz Ver. México. Folleto Técnico No. 2. 87 p.
- Zetina, L. R.; Rebolledo, M. A y. Uriza, A. D. E. 2005. Soil Characterization of Pineapple Producing Regions of Mexico. Proc. IVth IS on Pineapple ISHS. Acta Hort(666). pp. 51-58.

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en el 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 piña (FAO, 1994).

	Óptima		Absoluta		Suelo	Óptima	Absoluta
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima			
Requerimientos de temperatura	21	30	10	36	Profundidad	Media (50-150 cm)	Somero (20 a 50cm)
Lluvia anual	800	2500	550	3500	Textura	Media y Ligera	Pesada, Media y Ligera
Latitud	-	-	25	33	Fertilidad	Moderada	Moderada
Altitud	-	-	-	1800	Toxicidad al aluminio	-	-
pH del suelo	4.5	8	3.5	9	Salinidad	Baja (<4 dS/m)	Media (4-10 dS/m)
Intensidad de la luz	Cielos despejados	Cielos nublados	Cielo muy brillante	Cielo nublados	Drenaje	Buen drenaje	Buen drenaje

Anexo 6. Análisis químico de los suelos

SUBUNIDAD: Fluvisol Éútrico (FLeu)

Horizonte	T E X T U R A			pH H ₂ O	M.O. %	cmol (+) kg ⁻¹					P. asim mg kg ⁻¹	C.C. %	P.M.P. %	D.A. Mg m ⁻³
	A%	L%	R%			CIC	Ca	Mg	Na	K				
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
C	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: Plintosol Úmbrico (PTum)

Horizonte	T E X T U R A			pH H ₂ O	M.O. %	cmol (+) kg ⁻¹					P. asim mg kg ⁻¹
	A%	L%	R%			CIC	Ca	Mg	Na	K	
A1	63.24	15.44	21.31	5.0	3.53	12.42	1.95	0.17	0.45	0.11	9.06
Cg	59.08	18.88	22.03	5.0	0.89	8.12	1.33	0.69	0.57	0.33	2.44

SUBUNIDAD: Plintosoles Éútricos (PTeu)

Horizonte	Prof. cms.	T E X T U R A			pH H ₂ O	M.O. %	C.I.C.	cmol (+) kg ⁻¹				P. asim mg kg ⁻¹
		A%	L%	R%				Ca	Mg	Na	K	
A1	0-33	80.4	4.0	15.6	6.4	1.67	3.32	1.98	0.7	0.05	0.08	10.9
B1	33-55	80.4	4.0	15.6	6.5	0.15	2.64	1.521	0.8	0.06	0.04	2.2
Btg2	55-(+130)	72.4	2.0	25.6	5.7	0.33	6.80	2.69	2.2	0.19	0.24	0.8

SUBUNIDAD: Acrisoles Húmicos (AChu)

Horizonte	T E X T U R A			pH H ₂ O	M.O. %	cmol (+) kg ⁻¹					P. asim mg k ⁻¹
	A%	L%	R%			CIC	Ca	Mg	Na	K	
A1	61.8	17.4	20.7	5.6	3.4	14.6	2.06	0.71	0.26	0.07	t
A2	59.1	18.8	22.0	5.7	1.3	7.3	1.44	0.24	0.27	0.08	t
Bt1	51.0	14.8	34.0	4.9	0.8	10.9	1.85	0.22	0.23	0.05	t
Bt2	56.6	10.0	33.3	5.3	0.4	13.8	1.54	0.53	0.23	0.07	t
Bt3	52.5	10.7	36.7	5.0	0.2	17.2	1.97	0.32	0.20	0.07	t

SUBUNIDAD: Acrisoles Gléyicos (ACgl)

Horizonte	T E X T U R A			pH H ₂ O	M.O. %	cmol (+) kg ⁻¹					P. asim mg k ⁻¹	C.C. %	P.M.P. %	D.A. Mg m ⁻³
	A%	L%	R%			CIC	Ca	Mg	Na	K				
A1	39.8	33.9	27.2	5.6	2.3	17.2	.59	.59	-	.01	0.00	22.5	11.0	1.45
B1	32.8	25.0	42.2	5.3	0.8	22.8	.44	.64	-	.01	0.00	32.0	16.0	1.50
Btg2	30.8	24.0	45.2	5.2	0.2	25.0	.39	1.0	-	.01	0.00	33.2	16.5	1.60
Btg3	18.8	18.0	63.2	4.9	0.3	31.2	1.39	1.6	-	.02	0.06	45.8	22.8	1.91

SUBUNIDAD: Acrisoles plínticos (ACpl)

Horizonte	T E X T U R A			pH H ₂ O	M.O. %	cmol (+) kg ⁻¹					P. asim mg k ⁻¹
	A%	L%	R%			C.I.C.	Ca	Mg	Na	K	
A1	69.2	13.4	17.3	4.6	2.3	9.7	1.3	0.11	0.26	0.05	t
A2	67.4	12.7	19.8	5.2	1.5	8.5	1.6	t	0.12	0.05	-
Bt1	67.2	9.4	23.3	4.9	0.4	8.0	1.0	0.23	0.47	0.05	t
Bt2	67.2	5.4	27.3	4.7	0.4	12.7	1.0	0.13	0.37	0.02	t
C	61.7	1.5	36.7	5.2	0.2	17.9	1.4	0.24	0.23	0.07	t

SUBUNIDAD: Acrisoles Férricos (ACfr)

Horizonte	T E X T U R A			pH H ₂ O	M.O. %	cmol (+) kg ⁻¹					P. asim mg kg ⁻¹
	A%	L%	R%			CIC	Ca	Mg	Na	K	
A1	73.4	6.1	20.5	5.3	3.9	13.2	1.2	0.4	0.66	0.13	5.3
A2	72.2	6.3	21.5	5.2	0.1	7.9	0.6	1.2	0.52	0.13	3.2
B1	71.0	5.5	23.5	5.2	-	9.1	0.6	0.8	0.59	0.13	1.9
Bt2	68.4	3.1	28.5	5.2	1.3	12.9	0.6	1.2	0.87	0.18	2.6
Bt3	70.2	2.6	27.2	5.2	t	17.0	0.8	1.0	0.91	0.22	4.0
C	68.0	5.3	26.7	5.2	t	16.5	0.4	1.0	0.45	0.09	1.9

SUBUNIDAD: Luvisoles Crómicos (LVcr)

Horizonte	T E X T U R A			pH H ₂ O	M.O. %	cmol (+) kg ⁻¹					P. asim mg kg ⁻¹	C.C. %	P.M.P. %	D.A. Mg m ⁻³
	A%	L%	R%			CIC	Ca	Mg	Na	K				
A1	77.1	2.6	20.3	6.5	1.98	8.22	5.25	1.07	0.13	0.12	5.27	7.24	-	1.26
A2	81.3	4.4	14.3	6.3	0.80	4.31	2.73	0.16	0.08	0.04	1.70	7.31	-	1.29
Bt1	70.1	2.8	27.1	5.1	0.93	11.17	5.04	2.57	0.22	0.07	1.08	19.27	-	1.31
Bt2	67.9	4.8	27.3	5.3	0.19	10.94	3.57	1.86	0.16	0.07	0.62	17.68	-	1.35

SUBUNIDAD: Luvisoles Gléyicos (LVgl)

Horizonte	T E X T U R A			pH H ₂ O	MO %	cmol (+) kg ⁻¹					P. asim mg kg ⁻¹
	A%	L%	R%			C.I.C.	Ca	Mg	Na	K	
A1	47.8	24.0	28.1	5.8	1.69	9.40	5.4	2.83	.25	.21	10.64
Btg1	45.8	10.0	44.1	5.7	.98	24.11	11.76	9.55	.44	.22	2.69
Btg2	47.8	10.0	42.1	6.3	.06	35.51	18.37	15.83	.49	.29	1.35
Cg	45.2	8.3	46-3	5.8	.35	46.71	24.67	21.24	.62	.18	t

SUBUNIDAD: Luvisoles Háplicos (LVha)

Horizonte	T E X T U R A			pH H ₂ O	M.O. %	cmol (+) kg ⁻¹					P. asim mg kg ⁻¹
	A%	L%	R%			CIC	Ca	Mg	Na	K	
A1	59.8	24.0	16.22	5.5	1.72	5.6	3.57	1.19	0.165	0.212	7.86
B1	57.5	24.4	18.2	5.6	0.78	8.19	3.80	2.49	0.165	0.087	3.63
Bt2	51.8	12.0	36.2	6.6	0.60	25.678	11.66	11.18	0.530	0.300	1.12
Btg3	48.0	18.0	34.0	6.7	0.134	43.005	20.82	20.70	0.750	0.475	t

SUBUNIDAD: Alisoles Férricos (ALfr)

Horizonte	T E X T U R A			pH H ₂ O	M.O. %	cmol (+) kg ⁻¹				
	A%	L%	R%			C.I.C.	Ca	Mg	Na	K
A	55	12	33	5.0	4.14	13	2.89	2.80	0.06	0.92
Bt1	47	9	44	4.6	0.68	23	0.93	0.59	0.16	0.14
Bt2	51	7	42	4.8	0.55	30	0.50	0.31	0.23	0.12

SUBUNIDAD: Cambisol Dístrico (CMdy)

Horizonte	pH (H ₂ O) rel. 1:2	CE dS m ⁻¹	MO %	P mg kg ⁻¹	K	Na	Ca	Mg	CIC	Da t m ⁻³	Suma de bases	PSB	Arcilla	Limo	Arena	Textura
													cmol (+) kg ⁻¹			
Ap	4.8	0.04	6.6	5.4	0.18	0.05	2.38	0.14	10.37	1.16	2.7	26.6	37	14	49	Arcillo arenosa
BA	4.7	0.02	2.2	NSD	0.04	0.03	0.49	0.02	5.43	1.08	0.5	9.7	39	15	46	Arcillo arenosa
Bw1	4.5	0.04	0.7	NSD	0.02	0.03	0.85	0.03	4.94	1.35	0.9	18.8	41	17	42	Arcilla
Bw2	4.6	0.02	0.4	NSD	0.02	0.07	0.69	0.04	3.66	-	0.8	22.6	40	13	47	Arcillo arenosa
C	4.8	0.05	0.2	NSD	0.03	0.11	0.78	0.07	16.30	-	0.9	6.0	51	14	35	Arcilla

SUBUNIDAD: Alisol Háplico (ALh)

Hor.	pH																	Clasificación textural	
	pH	CE	pasta	CE-Pasta	MO	C0	N	P	K	Ca	Mg	Na	CIC	PMP	HCC	A	L		R
	R= 1:2 Y 1:8*	dSm ⁻¹		dSm ⁻¹		%	mg kg ⁻¹		Cmol (+)kg ⁻¹							%			
A1	6.1	0.092			6.10	3.54	0.26	t	1.18	2.64	2.47	0.18	9.4	11	22	77	10	13	Migajón arenoso
Bt1	5.6	0.047			1.50	0.87	0.09	t	0.46	0.97	0.66	0.11	16.0	9	17	73	7	20	Migajón arenoso
Bt2	4.9	0.047			0.90	0.52	0.06	t	0.16	0.92	0.68	0.16	6.9	13	20	71	5	24	Migajón arcillo-arenoso
Bt3	4.6	0.036			0.50	0.29	0.06	t	0.11	0.56	0.49	0.12	6.9	14	22	72	4	24	Migajón arcillo-arenoso
Bt4	4.6	0.036			0.45	0.26	0.06	t	0.11	0.47	0.49	0.11	6.6	13	21	72	4	24	Migajón arcillo-arenoso