



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 LITCHI (*Litchi chinensis* Sonn) 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 Mancillas

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS.....	2
III.	ORIGEN DEL CULTIVO DE LITCHI.....	3
IV.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL LITCHI.....	3
V.	DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL LITCHI.....	3
VI.	RELACIÓN DE PAÍSES QUE PRODUCEN LITCHI.....	6
VII.	SUPERFICIE CULTIVADA Y RENDIMIENTO DE LITCHI POR ESTADO Y A NIVEL NACIONAL.....	6
VIII.	REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DEL LITCHI.....	10
IX.	REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS DEL LITCHI.....	12
X.	TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE LITCHI.....	13
	10.1. Preparación del terreno.....	13
	10.1.1. Suelos planos.....	13
	10.1.2. Suelos de ladera.....	13
	10.2. Propagación.....	13
	10.3. Época de siembra.....	15
	10.4. Siembra en vivero.....	15
	10.5. Densidad y sistema de plantación.....	16
	10.5.1. Sistema Marco Real de 14 x 14 m.....	17
	10.5.2. Sistema Marco Real a 7 x 7 m.....	17
	10.6. Fertilización o abonado.....	19
	10.6.1. Fertilización química.....	19
	10.7. Control de maleza.....	20
	10.8. Control de plagas.....	21
	10.9. Control de enfermedades.....	22
	10.10. Tipos de podas.....	24
	10.10.1. Poda de formación.....	24
	10.10.2. Poda de mantenimientos o renovación.....	25
	10.12. Cosecha.....	26
	10.13. Postcosecha.....	27
XI.	VARIEDADES DE LITCHI.....	28
XII.	PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES DEL LITCHI.....	30

XIII. SUBPRODUCTOS DEL LITCHI.....	31
XIV. MERCADO DEL LITCHI.....	31
XV. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA	33
XVI. SELECCIÓN Y REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE LITCHI.....	35
16.1. Inventario climático	36
16.1.1. División climática	36
16.1.2. Período de crecimiento	37
16.2. Inventario edafológico	37
16.2.1. División edafológica	37
16.3. Fuentes de información	37
16.3.1. Información climática	37
16.3.2. Información edafológica	38
16.3.3. Información cartográfica.....	38
XVII. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE LITCHI.....	38
XVIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
XIX. CONCLUSIONES	45
XX. BIBLIOGRAFIA.....	46
XXI. ANEXOS	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficie cultivada de litchi por estado y a nivel nacional en la modalidad de temporal.....	7
Cuadro 2. Rendimiento de litchi por estado y a nivel nacional en la modalidad de temporal (t ha ⁻¹).....	8
Cuadro 3. Superficie cultivada de litchi por estado y a nivel nacional en la modalidad de riego.....	8
Cuadro 4. Rendimiento de litchi por estado y a nivel nacional en la modalidad de riego (t ha ⁻¹).....	8
Cuadro 5. Dosis de fertilizante por árbol de litchi y número de aplicaciones.	20
Cuadro 6. Variables seleccionadas para definir áreas potenciales para el cultivo de litchi en el estado de Tabasco.	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Superficie cultivada de litchi en México en su modalidad de temporal más riego en el 2007.	9
Figura 2. Propagación de litchi por acodo aéreo.....	15
Figura 3. Siembra en el vivero del cultivo de litchi.....	16
Figura 4. Planta de litchi con auxilio de tutor.....	19
Figura 5. Metodología simplificada de la zonificación agroecológica para el cultivo de litchi.....	34
Figura 6. Superficie por municipio con alto potencial para cultivar litchi en el estado de Tabasco.....	43
Figura 7. Distribución geográfica de la superficie con alto potencial productivo para cultivar litchi en el estado de Tabasco.....	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en el estado de Tabasco.....	52
Anexo 2. Requerimientos bioclimáticos del cultivo de litchi (FAO, 1994).....	53
Anexo 3. Zonas con alto potencial climático para cultivar litchi en el estado de Tabasco.....	54
Anexo 4. Zonas con alto potencial edafológico para cultivar litchi en el estado de Tabasco.....	55
Anexo 5. Zonas con alto potencial edafoclimático para cultivar litchi en el estado de Tabasco.....	56
Anexo 6. Análisis químico de las subunidades de suelo.	57

I. INTRODUCCIÓN

El Litchi es un árbol subtropical exótico nativo de China, el cual produce una de las frutas más finas del mundo, por su tamaño pequeño, color rojo y su sabor exótico, tiene gran aceptación debido a su dulzura, fina consistencia y a sus propiedades afrodisíacas.

La fruta de litchi, se caracteriza por una alta tasa de crecimiento económico y dinamismo en el mercado internacional, ya que es muy apreciada en los países del primer mundo. El volumen de las exportaciones mundiales pasó del año 2000 a 2004 de 836,000 a 1,646,000 toneladas. El valor de la producción mundial de litchi en el año 2004 fue de 899.40 millones de dólares (Herrera *et al.*, 2005).

Aunque Evans *et al.*, (2008) reportan que la producción mundial de esta fruta se estima en alrededor de los 2.11 millones de toneladas. Los mismos autores mencionan que el 95% de la superficie cultivada a nivel mundial se concentra en Asia.

El litchi se ubica dentro de las subpartida 08.10.90 de frutas exóticas, las cuales presentan una clara tendencia de crecimiento de alrededor del 50%. El mercado norteamericano es el principal destino de las exportaciones mexicanas, comprendidas dentro de esta subpartidas, la cual presenta un crecimiento promedio anual del 12%; Lo que arroja una demanda potencial estimada de alrededor de las 84 mil toneladas para el año 2009 (Herrera *et al.*, 2005).

Hasta el año 2007 en México se cultivaban 3,017.69 hectáreas de litchi, las cuales produjeron 13,222.15 toneladas, mismas que alcanzaron un valor de \$227,040,314.30 M/N (SIAP-SAGARAPA, 2009). México en el año 2004, exportó 2,855 toneladas de litchi fresco a Estado Unidos (Evans y Degner, 2005).

Sin embargo, a pesar de lo anterior, existe el riesgo de perder una gran parte del mercado de los EE. UU. y Canadá, así como las importaciones a Europa, ya que los países de América Central y Sudamérica, están exportando pequeñas cantidades, las cuales podrían desplazar el mercado del litchi mexicano.

Aun así, las perspectivas para México, de aumentar su presencia en el mercado internacional del litchi parece promisorio sobre todo por tres razones.

- i) La cercanía con Estados Unidos que es un consumidor importante y en expansión.
- ii) La época de la cosecha que va de mayo a julio, meses en que la demanda del mercado Europeo no está satisfecha y
- iii) El potencial importador de algunos países Asiáticos, que a pesar de producir en la misma fecha tienen un déficit, el cual, hasta la fecha, ningún otro país exportados puede cubrir (Schwentenius y Gómez, 2001).

En la actualidad, el estado de Tabasco no es un productor de litchi. Sin embargo, con estudios de evaluación del potencial climático y edáfico, podría incorporarse al mercado internacional de esta fruta. Es por ello, que ante tal escenario el gobierno del estado, a través de las instituciones mencionadas en la hoja de presentación, realiza el presente estudio de zonificación agroecológica, con la finalidad de identificar las áreas con el mayor potencial productivo para el establecimiento del cultivo de litchi, por lo que se plantearon los siguientes objetivos.

II. OBJETIVOS

- ✚ Realizar la zonificación del cultivo de litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) mediante la determinación de zonas con alta potencialidad productiva.

- ✚ Elaborar un mapa del estado de Tabasco donde se indiquen la(s) zona(s) con alta potencialidad productiva para el cultivo de litchi (*Litchi chinensis* Sonn).

III. ORIGEN DEL CULTIVO DE LITCHI

El Litchi es uno de los frutales exóticos más apreciados, se originó en el sur de China, donde se ha cultivado y tiene su origen en las provincias Chinas de Kwantung and Fukien (Ochse *et al.*, 1961). Aunque cuestionable, la primera referencia respecto a esta fruta en la literatura, probablemente apareció en 1766 B.C. Sin embargo, una clara referencia se ha mencionado en la literatura de la dinastía Han (140-86 B.C.). Una monografía de Ts'a' Hsia (A.D. 1059) es posiblemente la primera publicación sobre litchi (Groff, 1921), aunque existe un libro más completo de litchi en inglés. Al parecer, llegó a Birmania y la India oriental a finales del siglo XVII, o poco después (Hayes, 1957).

IV. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL LITCHI

La familia Sapindacea del litchi incluye alrededor de 2000 especie de árboles, arbustos, hierbas y enredaderas clasificadas en 140 géneros. Dentro de los árboles se encuentran algunas especies comestibles, destacando el longan u ojo de dragón (*Euphoria longaza*, Lam), el pulsán (*Nephelium mutabile*, Blume) y el rambután (*Nephelium lappaceum* L), nativos del sureste asiático y otros de origen de América, como la lima española, mamoncillo o genipa (*Melicocca bijuga*, L) (Galán, 1990).

V. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL LITCHI

Árbol.

El árbol del litchi es de relativamente poca altura, normalmente alcanza los 10 a 12 metros. No obstante, existen ejemplares de más de 20 m después de una edad de 25 años. El árbol tiene tendencia a formar una copa redonda, densa, compacta y simétrica, presentando en todo tiempo un intenso aspecto verde y en épocas de cosecha parece de ornato por el contraste con el intenso brillo rojo de

sus frutas. El tronco es grueso, recto y corto, y la corteza tiene un color marrón o café oscuro. El árbol siempre genera ramas bajas que según la literatura deben ser eliminadas a través de podas de formación. La vida productiva es impresionantemente larga, dependiendo del cuidado y de las condiciones agroclimáticas. Existe en China un árbol de 1,200 años que todavía florece y fructifica año con año (ASERCA-CIESTAAM, 1996).

Hoja.

Las hojas se disponen en forma alterna, son pinnadas con un número variable de folíolos que va de 3.7 a 9 cm. Las hojas tienen color verde oscuro en el haz y verde grisáceo en el envés, son de forma puntiaguda, elípticamente oblongas a lanceoladas y miden de 5.0 a 7.5 cm de largo. Los brotes jóvenes son anaranjados o rojo cobrizo acentuando el carácter llamativo del árbol. La emisión de brotes comienza a la mitad del verano después de la cosecha, que en el hemisferio norte es en julio, y continúa hasta la floración en primavera. Una segunda brotación puede darse entre primavera y verano en ramas no florecidas o sin fruto (ASERCA-CIESTAAM, 1996).

Flores.

Las flores son pequeñas, de color amarillo-verdoso y se agrupan en panículas, normalmente terminales. El perianto se reduce al cáliz verdoso o amarillo. El ovario tiene de dos a tres celdas, de las cuales sólo una se desarrolla y termina en un estigma bifido de ramas curvas.

En este frutal se observan tres tipos de flores, que se abren sucesivamente en la misma panícula. Las del tipo 1 son hermafroditas, pero su función es masculina; tienen ocho estambres y el estigma no está bien desarrollado. Las del tipo II son también hermafroditas, se comportan como femeninas: tienen un estigma bien desarrollado y un estambre, pero el polen que producen es abortivo y las antenas no se abren. Las del tipo III son morfológicamente masculinas, tienen únicamente hipertrofiado y producen mucho polen. Cada árbol da miles de flores,

pero solo el 30% son femeninas. La polinización se da por insectos, el más eficaz es *Aphis cercana indica*. Una buena población de abejas dará una mayor producción de frutas (ASERCA-CIESTAAM, 1996).

Fruto.

Los frutos son producidos en grupos sueltos, desde 2 a 30. Es importante que estos maduren en el árbol, para alcanzar un mejor sabor, para lo cual son necesarios de 60 a 90 días después de la floración. La estación de producción en Florida y México, va de mediados de mayo a principios de julio, dependiendo de la variedad y de la zona productora.

El fruto del litchi es una drupa de forma redonda, ovoide, acorazonada e incluso arriñonada. Su tamaño es variable según cultivares pero llega a alcanzar hasta 5 cm de largo y hasta 4 cm de diámetro; con un peso entre 12 y 25 g. La cubierta externa del fruto (pericarpio) es delgada, coriácea, dura y quebradiza, es verde en el fruto inmaduro pero adquiere un color rojizo brillante e incluso es amarilla o verde en algunos casos. Esta cubierta posee protuberancias angulares poco pronunciadas. Cuando comienza a secarse, la piel cambia a un color marrón sucio y se torna mucho más quebradiza. Ello sucede rápidamente incluso con el fruto aun perfectamente comestible. Es una fruta altamente perecedera y delicada y su calidad puede deteriorarse rápidamente si no se almacena debidamente, especialmente en un lugar seco y fresco. La parte comestible de la fruta es una estructura denominada arilo (ASERCA-CIESTAAM, 1996).

Semilla.

La semilla, brillante, marrón oscura, casi de color café, es de forma ovoide a oblonga midiendo entre 1 y 2 cm de longitud y entre 6 y 12 mm de ancho. Comprende, aproximadamente, del 10 al 18% del peso del fruto, que es del orden de los 10 a 35 g, según cultivares. Las semillas abortadas, "semillas lengua de pollo" son pequeñas y arrugadas, no viables y representan en este caso cerca del 4% del peso del fruto. Los frutos con semillas abortadas son un poco más

pequeños que los de semilla normal, ocupando el arilo el hueco dejado por aquella. En consecuencia son preferidos, pues contienen una mayor proporción de pulpa (ASERCA-CIESTAAM, 1996).

VI. RELACIÓN DE PAÍSES QUE PRODUCEN LITCHI

Actualmente existen 4 centros de producción en el mundo.

Asia.

Prácticamente en todos los países de Asia se puede encontrar litchi, pero solamente cuentan con una producción exportable en fresco: Bangladesh, China, Filipinas, India, Indonesia, Israel, Japón, Nueva Zelanda, Pakistán, Tailandia, Taiwán y Vietnam.

África.

Madagascar, Mauricio y Reunión, Sudáfrica y Zinbabwe.

Australia.

Aunque esta zona geográfica del mundo es un productor relativamente joven, pero con una agresiva estrategia de exportación.

América.

Con producciones comerciales en la Florida, México, Honduras, República Dominicana, Hawái y Brasil.

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

La superficie cultivada de litchi en la modalidad de temporal en México, se ha incrementado en un 267% en los últimos seis años, al pasar del 2002 al 2007 de 875.5 ha a 2,337.95 ha. Existen ocho estados que cultivan esta fruta en la mencionada modalidad, siendo el estado de Veracruz la entidad federativa con el mayor crecimiento al pasar de 167.0 ha a 1,269.75 ha del 2002 al 2007. Otra

entidad que ha incrementado su superficie considerablemente, es el estado de San Luis Potosí al pasar del 2002 al 2007 de 76.50 ha a 395.35 ha Cuadro 1 (SIAP-SAGARPA, 2009).

Cuadro 1. Superficie cultivada de litchi por estado y a nivel nacional en la modalidad de temporal en hectáreas.

ESTADOS	AÑOS					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
HIDALGO	0.00	0.00	27.00	23.00	26.75	51.75
JALISCO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00
NAYARIT	4.00	10.00	10.00	10.00	17.00	17.00
OAXACA	555.00	555.00	555.00	555.00	580.00	495.00
PUEBLA	73.00	73.00	73.00	93.00	93.00	97.10
SAN LUIS POTOSI	76.50	106.50	144.19	144.19	375.35	395.35
SINALOA	0.00	0.00	0.00	2.00	25.00	0.00
VERACRUZ	167.00	189.00	938.00	1,099.00	1,178.50	1,269.75
TOTAL	875.5	933.5	1,747.19	1,926.19	2,295.60	2,337.95

SIAP-SAGARPA, 2009

El rendimiento promedio nacional de litchi en la modalidad de temporal, se ha visto incrementado en los últimos seis años, al pasar de 2.25 t ha⁻¹ a 5.87 t ha⁻¹ del 2002 al 2007 respectivamente, (Cuadro 2). El estado Oaxaca es la entidad federativa que reporta los mayores rendimientos con 10.58 t ha⁻¹ en el 2007; Aunque la misma entidad reportó rendimientos de 17.5 t ha⁻¹ de fruta fresca en el 2004 (SIAP-SAGARPA, 2009).

La superficie cultivada de litchi en la modalidad de riego en México, se ha visto incrementada en un 180% en los últimos seis años al pasar del 2002 al 2007 de 377 ha a 679.74 ha respectivamente. Existen nueve estados que se dedican al cultivo en esta modalidad. El estado de Sinaloa es la entidad federativa, con el mayor número de hectárea con 247 ha Cuadro 3. Aunque el estado de San Luis Potosí en el 2004 incursionó en esta modalidad, es el segundo productor con el mayor número de hectáreas (SIAP-SAGARPA, 2009).

Cuadro 2. Rendimiento de litchi por estado y a nivel nacional en la modalidad de temporal (t ha⁻¹).

ESTADOS	AÑOS					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
HIDALGO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.42
JALISCO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NAYARIT	2.20	1.50	2.10	1.80	2.80	2.36
OAXACA	3.88	13.19	17.50	15.87	11.36	10.58
PUEBLA	1.64	11.00	3.89	6.12	5.63	7.35
SAN LUIS POTOSI	0.35	2.10	2.95	2.91	2.88	2.91
SINALOA	0.00	0.00	0.00	8.00	8.00	0.00
VERACRUZ	1.30	2.29	3.68	4.39	3.83	4.58
PROMEDIO	2.25	7.6	5.94	6.11	5.85	5.87

SIAP-SAGARPA, 2009

Cuadro 3. Superficie cultivada de litchi por estado y a nivel nacional en la modalidad de riego en hectáreas.

ESTADOS	AÑOS					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BAJA CALIFORNIA SUR	3.00	5.00	5.50	5.50	5.50	5.50
COLIMA	0.00	0.00	0.00	0.00	11.00	17.00
JALISCO	13.00	13.00	0.00	0.00	18.00	35.00
MICHOACAN	34.00	34.00	82.00	114.00	79.00	89.00
MORELOS	1.00	4.00	4.00	4.00	6.00	6.00
QUINTANA ROO	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
NAYARIT	68.00	68.00	72.00	75.00	78.00	78.00
SAN LUIS POTOSI	0.00	0.00	71.00	71.09	162.74	162.74
SINALOA	243.00	228.00	241.00	201.00	201.00	247.00
VERACRUZ	15.00	12.00	23.00	27.50	29.50	39.50
TOTAL	377.00	364.00	498.50	499.09	590.74	679.74

SIAP-SAGARPA, 2009

El rendimiento promedio nacional de litchi en la modalidad de riego, en los últimos seis años (2002-2007) ha presentado una variación. En el año 2002 se reportan rendimientos de 2.25 t ha⁻¹ y en el año 2003 de 1.21 t ha⁻¹, para reportar posteriormente en el año 2007 rendimientos de 3.13 t ha⁻¹ (Cuadro 4). Los estados de Michoacán y Veracruz son las entidades federativas que reportan los

mayores rendimientos en dicha modalidad con 7.0 t ha⁻¹ y 6.53 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 litchi en México.

Cuadro 4. Rendimiento de litchi por estado y a nivel nacional en la modalidad de riego (t ha⁻¹).

ESTADOS	AÑOS					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BAJA CALIFORNIA SUR	1.67	0.6	1.5	1.24	1.52	1.68
COLIMA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
JALISCO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MICHOACAN	6.00	6.00	6.00	6.12	6.50	7.00
MORELOS	4.00	5.60	6.25	6.25	6.50	5.67
NAYARIT	2.57	1.63	2.00	0.88	2.21	2.12
QUINTANA ROO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SAN LUIS POTOSI	0.00	0.00	3.00	3.00	3.30	3.22
SINALOA	1.76	0.68	3.23	1.48	2.11	2.50
VERACRUZ	3.23	1.96	5.82	6.76	8.05	6.53
PROMEDIO	2.25	1.21	3.27	2.14	3.10	3.13

SIAP-SAGARPA, 2009

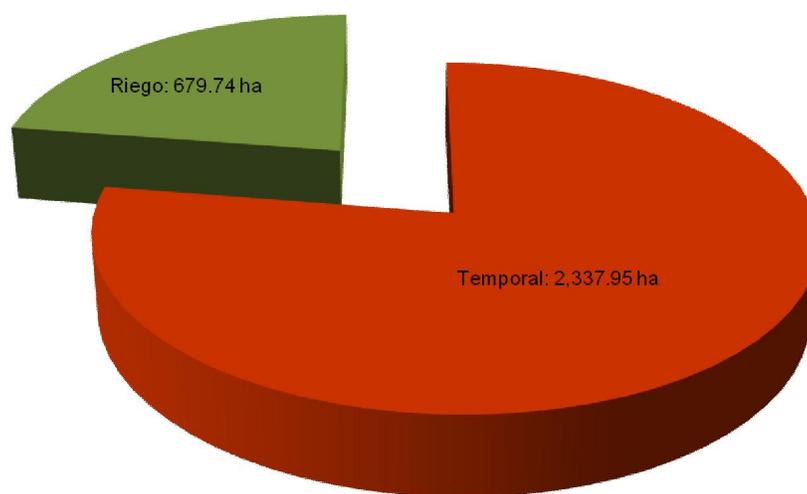


Figura 1. Superficie cultivada de litchi en México en su modalidad de temporal más riego en el 2007.

VIII. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DEL LITCHI

El litchi es una planta subtropical (Singh, 1969). De acuerdo con Ochse *et al.*, (1980) la principal faja productora de litchi en China se encuentra entre los 15° y 30° de latitud norte. La experiencia con el litchi fuera de China ha tendido a indicar que puede prosperar bajo una diversidad de condiciones.

El litchi crece bien en lugares tropicales, pero para que fructifique satisfactoriamente, se requieren localidades ó regiones con altitud suficiente en las que exista un breve periodo de frío que induzca la floración (Chandler, 1962), por lo que rara vez se le encuentra los trópicos fuera de las áreas montañosas (Ochse *et al.*, 1980). En México, Parra y Sepúlveda (1986), reportan dos huertas de litchi en el estado de Nayarit; una en San Blas y otra en Tuxpan, con altitudes de 380 msnm y 10 msnm respectivamente.

La precipitación pluvial de la principal faja productora de litchi en China, promedia anualmente 1,600 mm siendo el mes más húmedo el de junio con 263 mm y el más seco el de enero con 94 mm. La humedad relativa varía desde 70% en el mes de enero hasta 83% en junio (Ochse *et al.*, 1980).

El litchi requiere de lluvias abundantes durante el verano para obtener buenos crecimientos vegetativos y requiere de lluvias reducidas en el invierno. Aquellas zonas sin lluvias durante el invierno no son buenas para la especie, ya que necesita de humedad para una correcta floración. La humedad relativa debe ser de un 70 a 80% (Castillo y Díaz, s/f).

Parra y Sepúlveda (1986), mencionan que el litchi requiere de una precipitación pluvial anual de cuando menos 1,000 mm distribuidos en la mayor parte del año. Si la atmosfera de la plantación no es relativamente húmeda, la cáscara de los frutos que está en el árbol puede desquebrajarse y quedar expuesto el arilo a sufrir daños (Chandler, 1962).

En la zona más importante de producción de litchi en China, las temperaturas promedio máximas y mínimas son de 19°C y 9°C respectivamente en el mes de enero; Mientras que en el mes de julio son de 33°C y 25°C. El litchi puede crecer y desarrollarse bien en regiones con veranos largos, temperaturas altas del orden de los 30°C y humedades relativas de 70 a 80% (Ochse *et al.*, 1980).

El litchi requiere de un breve periodo de frío durante el invierno, que induzca la floración. El clima de su región de origen, en el sur de China, es ideal desde este punto de vista; gran parte del año es moderadamente caluroso y húmedo pero hay un periodo en invierno con niebla y frío continuo aunque sin heladas. El sur de Florida parece tener todas estas características favorables; excepto un poco mayor riesgo de heladas que en el sur de China. En la mayor parte de las regiones donde el litchi fructifica satisfactoriamente, hay un periodo de varias semanas frío (Chandler, 1962).

El litchi es susceptible a las heladas, sobre todo cuando está en estado joven (Sinha, 1968; Parra y Sepúlveda, 1986). Experiencias del sur de Florida indican que temperaturas a bajo de 0°C por periodos largos dañan a árboles jóvenes e inclusive a plantas adultas (Castillo y Díaz, s/f).

El árbol de litchi parece algo más resistente al frío que el mango o el aguacate; los árboles viejos de litchi pueden ser un poco más resistentes que los árboles viejos de cualquiera de estas otras especies. En un clima como el de la Florida, donde los inviernos tienden a ser relativamente cálidos, salvo en ondas frías, los árboles jóvenes pueden seguir creciendo y estar relativamente tiernos y suculentos cuando se presenta una noche fría. Los árboles viejos inactivos y que no estén en floración no suelen sufrir ningún daño durante breves periodos con temperaturas tan bajas como -4°C o menos. Un árbol en floración sufrirá por lo menos la destrucción de las flores a temperaturas bajas (Chandler, 1962).

La madera de litchi es quebradiza y los árboles deben ser plantados donde estén protegidos de los vientos fuertes. Algunos productores mencionan un problema de estrellamiento del fruto y dicen que esto es causado por vientos calientes y por bajas temperaturas, cuando el fruto está en desarrollo. En algunas regiones de la India el cultivo del litchi está casi enteramente limitado por la presencia de vientos calientes en verano. Bajo estas condiciones los árboles presentan un pobre crecimiento y se tienen serios problemas con el quebrado del fruto (Singh, 1969).

IX. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS DEL LITCHI

El litchi no es muy exigente en cuanto a suelos y puede establecerse casi en cualquier tipo de suelo (Singh, 1969). Los mejores árboles en China, están localizados en los bordos o bancos de desperdicios, a lo largo de los canales, siembras de arroz, estanques para peces, lagos y arroyos donde sus raíces pueden obtener un abastecimiento regular de humedad y aún cuentan con un drenaje perfecto.

Los suelos ácidos y la presencia de Micorrizas en las raíces en tales lugares, siempre se han considerado sumamente benéficos y esenciales (Ochse *et al.*, 1980).

Parra y Sepúlveda (1986), mencionan que los suelos ideales parecen ser los francos profundos y con buen drenaje; mientras que Castillo y Díaz (s/f), mencionan que el litchi requiere terrenos profundos, con buen drenaje y una textura migajón arcillosa. Ochse *et al.*, (1980), citan que los suelos más adecuados son los limo-arenosos.

Un suelo ligeramente ácido, con buena cantidad de materia orgánica, profundo y con buen drenaje reúne las condiciones necesarias para un buen desarrollo del litchi (Sinha, 1968). La planta desarrolla bien en suelos con pH de 5 a 6 (Castillo y Díaz, s/f).

En la India parece que crecen bien los arboles de litchi en algunas regiones en donde los suelos son ácidos (Chandler, 1962). Una gran cantidad de árboles prosperan en los suelos de arcillas rocosas, sumamente calcáreos de la sección costera más baja del este de la Florida (Ochse *et al.*, 1980). Parra y Sepúlveda (1986), mencionan que se ha observado que el árbol del litchi resiste cierto grado de inundaciones que serian fatales para aguacate y cítricos.

X. TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE LITCHI

La tecnología de producción del cultivo de Litchi descrita en el presente trabajo, está basada en el folleto técnico elaborado por Garza y Cruz, (2001) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) para la región de la Huasteca en el estado de San Luís Potosí.

10.1. Preparación del terreno

10.1.1. Suelos planos

Para los suelos donde es posible el uso de maquinaria, se debe realizar un barbecho de 25 a 30 cm de profundidad y después un paso de rastra y una cruz a si es necesario, con la finalidad de dejar el terreno bien mullido y facilitar además el trazo de la plantación. Si el terreno es muy plano, se sugiere levantar un bordo de 40 cm con un melgueador en el surco donde se establecerán las plantas.

10.1.2. Suelos de ladera

Si el terreno tiene desniveles fuertes por pendiente, es pedregoso o tiene monte, se debe efectuar la limpia del terreno, sin realizar la quema, lo anterior para acumular la materia orgánica que favorecerá el desarrollo del cultivo; posteriormente se podrá proceder al trazo de la plantación.

10.2. Propagación

El Litchi puede propagarse por semilla, pero no es recomendable utilizar este procedimiento para establecer las siembras comerciales, debido a que las plantas provenientes de semilla tardan de 12 a 15 años para iniciar la producción, además

de que no conservan las características de la variedad de donde proceden las semillas.

El acodo aéreo es la forma más recomendable de reproducción de este frutal y el que da los resultados más satisfactorios. Como ventaja presenta una forma sencilla y rápida para la obtención de plantas y estas empiezan a ensayar la producción a los tres o cuatro años.

El procedimiento a seguir para realizar el acodo aéreo es el siguiente:

Se seleccionan ramas de 1.5 a 2.0 cm de diámetro y de 60 a 80 cm de longitud, situadas en la parte exterior de la copa del árbol, de crecimiento recto, sin ramificaciones o eliminadas previamente y con su último crecimiento vegetativo maduro para asegurar su enraizado.

A la rama seleccionada se le elimina un anillo de corteza (cáscara) de aproximadamente 3 cm de ancho en el cual posteriormente se coloca musgo húmedo en un tramo de 10 cm (quedando en el centro la parte donde se elimina el anillo de corteza) y el musgo se envuelve en torno a la rama con un pedazo de plástico delgado transparente y se realiza un amarre en cada extremo (Figura 2).

El período óptimo para realizar el acodo es cuando existe mayor humedad y alta temperatura, condiciones que favorecen la emisión de raíces en el acodo realizado y la posterior finalización de la planta en la etapa del viento.

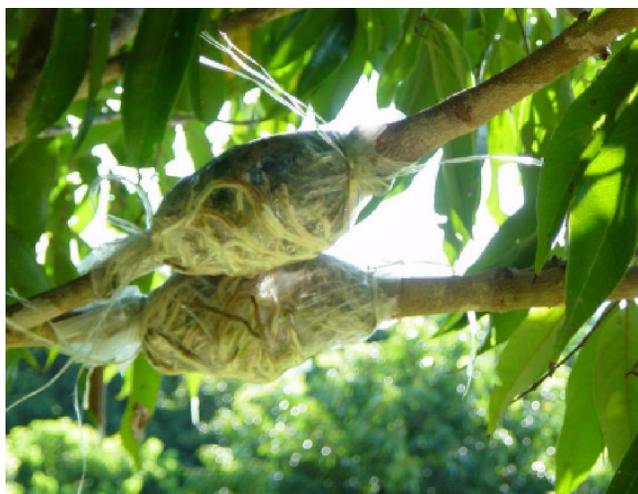


Figura 2. Propagación de litchi por acodo aéreo.

10.3. Época de siembra

La plantación del litchi, puede realizarse en cualquier época del año, salvo en épocas muy cálidas ó frías. Los días nublados con elevada humedad, frecuentes en primavera, final del verano y comienzo del otoño son los más convenientes para realizar esta práctica. Por lo anterior y considerando que el litchi se pueda cultivar bajo condiciones de temporal; la época apropiada para trasplantar árboles jóvenes al terreno definitivo, es durante el mayor período de lluvias que generalmente es de junio a octubre ya que las posibilidades de prendimiento y arraigo son mayores.

10.4. Siembra en vivero.

A los 45 ó 60 días después de efectuado el acodo, se puede observar a través del plástico la emisión de las raíces y cuando estas se aprecien desarrolladas y empiecen a cambiar del color blanco al marrón cremoso, la rama acodada debe cortarse, evitando realizar esto en época de seca; y se debe eliminar el 50% del follaje para reducir la transpiración y asegurar su prendimiento. Posteriormente se siembra en una bolsa de plástico de 25 x 30cm, preparada para tal fin, preferentemente con suelo desinfectado (Figura 3).



Figura 3. Siembra en el vivero del cultivo de litchi.

Las plantas deben mantenerse en el vivero, bajo sombra con la aplicación de riegos frecuentes durante un mes, posteriormente se exponen al sol para “aclimatarlas”, teniendo mayor cuidado con la humedad constante que se requiere, con lo anterior se promueve la brotación y su “endurecimiento” al aire libre, antes de su plantación en el lugar definitivo.

El tiempo requerido, desde que se inicia el acodo hasta tener la planta lista para plantarla en el terreno definitivo es de cuatro meses y medio.

10.5. Densidad y sistema de plantación

La distancia entre plantas variará en función al tipo de suelo y profundidad del mismo, en un suelo del tipo “vega de río” el desarrollo de los árboles será significativamente mayor que en un suelo negro y arcilloso; otro factor de importancia es el grado de intensidad con el cual se requiere aprovechar el suelo para la producción intensiva de fruta durante los primeros años del inicio de la producción.

Considerando lo anterior y con base en un suelo del tipo “vega de río” se sugieren las siguientes opciones:

10.5.1. Sistema Marco Real de 14 x 14 m.

En este sistema, se establecen plantas a 14 m entre hileras y a 14 m entre plantas, teniéndose así 51 árboles por hectárea. Se considera una distancia definitiva, que no requiere eliminación de árboles a futuro ni manejo especial o intensivo (podas) en la edad adulta; el terreno se utiliza con baja intensidad en los primeros años, salvo que los agricultores siembren otros cultivos de ciclo vegetativo corto (maíz, frijol, hortalizas, etc.) entre las hileras de litchi, hasta que el desarrollo sea tan grande que ya no se puedan sembrar estos.

10.5.2. Sistema Marco Real a 7 x 7 m.

En este sistema se establecen las plantas a 7 m entre hileras y a 7 m entre plantas, teniéndose así 204 árboles por hectárea; con este sistema, se tiene mayor producción de fruta durante los primeros siete años de producción con respecto al sistema de 14 x 14 m, sin embargo después de este tiempo la competencia entre árboles se incrementa, por lo que es necesario definir las líneas de árboles (surcos alternos) que va a ser definidas a futuro y en los otros se tendrán que ir reduciendo las copas de los árboles a través de podas anuales, hasta que finalmente se tenga que eliminar por completo a efecto de dejar todo el espacio a la línea alterna inicialmente considerada.

Esta acción definitiva puede ocurrir hasta los 15 o 16 años aproximadamente, quedando finalmente la plantación a 14 x 14 m. Con el sistema señalado, se aprovecha en forma intensiva el terreno desde los primeros años productivos de fruta. Un inconveniente muy frecuente de ese sistema, es cuando llega el momento de eliminar ramas y finalmente árboles, el agricultor duda en hacerlo y la plantación se queda demasiado densa, situación que limita significativamente la producción de fruta.

Las distancias de plantación señaladas, son una guía para manejar las densidades y las consideraciones que los productores deben tomar en cuenta; podrán hacerse variar hacia menores distanciamientos entre plantas si se tiene

suelos mas arcillosos, pero siempre considerando que los árboles muy juntos deben evitarse por que limitan la producción.

Una vez que se ha decidido la distancia de plantación, se hace el trazo del terreno, y se marca con estacas los lugares en donde se harán los pozos (o cepas) para plantar los arbolitos. Es conveniente utilizar el “escantillón” o plantilla de trasplante para que quede bien alineada la plantación. Se coloca la hendidura central del “escantillón”.

Una vez que se han colocado las estacas laterales, se elimina la estaca marcadora y se hace el pozo, ya sea con maquinaria o manualmente; el tamaño de los pozos puede ser de 40 cm de diámetro y 40 cm de profundidad.

Luego se procede a la plantación, con el cuidado de eliminar la bolsa de plástico y se deja la planta en el terreno al mismo nivel que tenía en la bolsa, para colocar el tronco del arbolito en la posición exacta de la estaca marcadora y conservar así la alineación del trazo de la huerta. Deberá usarse nuevamente el “escantillón”, con las estacas guía y ubicando el arbolito en la hendidura central del “escantillón”. Al final se rellena el espacio libre que queda en la cepa, cuidando de que se presione con las manos hacia abajo para obtener una presión igual y evitar hundimientos de plantas. Es importante citar que al plantar, se debe tener mayor cuidado en el manejo de la planta, ya que no soporta los movimientos fuertes en la parte acodada, también se debe evitar ser sostenida o levantada la planta por el tallo, Muchas de las fallas al establecer las huertas se deben a descuidos en esta etapa.

Es común que la planta de litchi, necesite de auxilio para encausar un crecimiento adecuado, ya que al provenir el acodo de una rama, es común que no tenga la verticalidad y la forma que requiere una planta. Con el tutor, se evita que los movimientos bruscos, originados por los vientos causen daños en las raíces. Por tal motivo, durante el crecimiento inicial de dos a tres años, se debe colocar

(cuando se requiera) una estaca al pie de cada planta, con los amarres necesarios para guiarla, hasta que tome firmeza en su posición correcta. Los tutores y la poda de formación, contribuyen significativamente para tener una planta recta y bien formada (Figura 4).



Figura 4. Planta de litchi con auxilio de un tutor.

10.6. Fertilización o abonado

10.6.1. Fertilización química

En plantaciones jóvenes, con la finalidad de promover el rápido crecimiento de las plantas en los primeros tres años de desarrollo, es conveniente fertilizar con nitrógeno, tres veces al año, en febrero, junio y octubre. Las dosis a utilizar se presentan en el Cuadro 5. Los arbolitos recién plantados deben haber iniciado su brotación en el lugar definitivo antes de realizar la primera aplicación. Las raíces del litchi son muy sensibles a quemaduras por fertilizantes, por lo que su aplicación e incorporación en el suelo en arboles recientemente establecidos debe ser a una distancia de 30-35 cm del tronco.

La producción en este cultivo se inicia a partir del tercer al cuarto año, y sus requerimientos de nutrientes se incrementan conforme avanza la edad del árbol; por tal razón, se debe aplicar durante el periodo de junio-julio después de la cosecha, las dosis citadas en el Cuadro 5. Es necesario aplicar el fertilizante en la zona de goteo del árbol e incorporarlo al suelo, asimismo es indispensable que se tenga humedad en el suelo al momento de fertilizar.

Cuadro 5. Dosis de fertilizante por árbol de litchi y número de aplicaciones.

Edad del árbol (años)	Nitrógeno árbol ⁻¹ (gr)	Fosforó árbol ⁻¹ (gr)	Número de aplicaciones Al año
1	70	0	3
2	100	0	3
3	150	0	3
4-5	300	150	1
6-7	500	250	1
8-9	1000	500	1
10 o más	1000	750	1

Fuente: Garza y Cruz, 2001.

Las dosis recomendadas pueden variar en función de la fertilidad del suelo y edad de cada huerta en particular, por tal motivo de preferencia, se recomienda realizar un análisis de suelo y follaje de la huerta, para determinar los elementos y cantidades más adecuadas en función de los resultados.

10.7. Control de maleza

La maleza son plantas indeseables que compiten con el litchi por agua y nutrientes, limitan su crecimiento, sobre todo en los primeros años que es cuando la competencia es más crítica.

Lo anterior indica que es necesario mantener el cultivo libre de maleza, lo que se puede lograr con pasos de rastra superficiales, procurando no dañar las raíces, o bien manualmente con machete o con azadón, de acuerdo con las

condiciones de cada huerta. El control químico con el herbicida Glifosato aplicado en el cajete de los árboles han dado buenos resultados.

10.8. Control de plagas

Hasta la fecha, las plagas que se han observado en las huertas de litchi se consideran de poca importancia, ya que no han llegado a causar daños económicos que limiten significativamente el crecimiento vegetativo y la producción de fruta. Entre las plagas ocasionales encontradas en las huertas de litchi, se han visto en plantas jóvenes daños por trips y pulgones, los cuales generalmente se presentan juntos y dañan los retoños y hojas jóvenes, ocasionando que se enrollen y deformen cayendo prematuramente. Se controlan con aspersiones de Malathion C-50 o Parathion Metílico CE-50 en dosis de 2 mm por litro de agua.

Otras plagas ocasionales de importancia por el daño que provocan, son los pájaros y murciélagos, que inician los daños de frutos unos 10 días antes de la cosecha situación que es muy difícil de controlar.

Las plagas observadas en la huerta de litchi aun son de poca importancia, sin embargo a continuación se describen las que afectan al follaje y al fruto en otros lugares (Agri nova science, s/f, disponible en: www.agri-nova.com).

Plagas que afectan al follaje

Hoja rizada u óbolo (*Aceria litchii*).

Está provocada por *Aceria litchii*, causa ampollas espesas y arrugas en la parte superior de las hojas, las quiebra y obscurece.

Chinches (*Tessarotoma papillosa*).

El enemigo más destructivo del litchi es la chiche con marcas rojas brillantes *Tessarotoma papillosa*. Succiona la savia de las ramas jóvenes provocando su muerte y una proporción elevada de la fruta queda afectada. Su control se realiza

agitando los árboles en invierno, recogiendo las chinches e introduciéndolas en queroseno. Destacan otras chinches como *Banasa lenticularis*.

Otras plagas defoliadoras.

La oruga de *Schizura ipomeae* come las hojas del árbol pero es parasitada por la mosca *Thorocera floridensis*. El follaje a veces se infesta con colonias de araña roja (*Paratetranychus hawaiiensis*). El áfido de los cítricos (*Toxoptera auranti*) es otra de las plagas que afectan al litchi.

También destacan los barrenillos o taladradores de las ramas *Hypermallus villosus* y *Proteoteras implicata*. Las larvas del escarabajo *Exema nodulosa* y de la polilla *Acroceropsse cramerella*. El áfido (*Aphis spiraecola*) ataca a plantas jóvenes en zonas sombradas. Los nematodos parásitos *Hemicriconemoides mangiferae* y *Xiphinema brevicolle* causan la muerte y el declive de numerosos huertos de Litchi. El nematodo de las agallas de la raíz nudo, *Meloidogyne javanica*, también ocasiona daños pero es menos prevaleciente.

Plagas que causan daños al fruto

La chinche verde del sur, *Nezara viridula*, y la larva del barrenillo del algodón *Strymon metinus* son las más destacadas. Los lepidópteros *Cryptophlebia ombrodelta* y *Lobesia sp.*, pueden causar la caída de la fruta. La mosca de la fruta, *Ceratites capitata* hace agujeros diminutos en la piel de los frutos disminuyendo su valor comercial. Los pájaros, ardillas, ratas y abejas dañan las frutas maduras lo que obliga a los agricultores a emplear espantapájaros y otros utensilios que los aparten del cultivo.

10.9. Control de enfermedades

La presencia de enfermedades, por el momento no es una limitante de la producción; y de las posibles, aún no se tienen planamente cuantificados sus daños. Las de mayor importancia son las siguientes:

Fusarium spp.

Este hongo se ha detectado como el causante de la muerte de plantas en huertas recién establecidas, provoca la pudrición de la raíz, y en algunos casos el desprendimiento total de la planta desde el sitio donde se realizó el acodo; para su control se recomienda utilizar el suelo y musgo desinfectado para la producción de la planta en el vivero y si el problema se presenta en la plantación definitiva, aplicar el fungicida Tiram o Manzate-200 en dosis de 2 gramos por litro de agua; hacer la mezcla en suficiente agua y aplicarla como riego a la zona de las raíces.

Pestalotia spp.

Este hongo es una de las causas de la mancha café en el fruto, inicia su presencia aproximadamente 30 días antes de la cosecha; la fruta dañada en un inicio no madura satisfactoriamente y la presencia posterior también afecta la calidad externa, afectando la comercialización y el precio.

La presencia de la enfermedad se agudiza cuando los niveles de humedad en el suelo y en el ambiente son muy bajos. Con buena humedad, misma que puede suministrarse a través de los riegos, el problema de manchado de fruta disminuye significativamente, pudiendo variar los niveles de manchado de fruta de un 100% para el primer caso y en un 3% para el segundo caso; para la prevención de la enfermedad, además del cuidado de los niveles de humedad, se recomiendan dos aplicaciones foliares a base de Benomyl a razón de 1 gramo por litro de agua, iniciando la primera 30 días previos a la cosecha y la segunda 10 días después de la primera.

Phomopsis sp.

Este hongo se observó por vez primera en la Huasteca Potosina en el año 2000, dañándose la floración. Aún se desconoce si es causante de la dehiscencia o caída de pequeños frutos una vez ya amarrados o “cuajados”, debido a que es común la caída de fruta inicialmente.

Durante la floración, se observa que las flores agrupadas en las panículas son atacadas por el hongo, se secan totalmente, y caen, quedando “vacía” la inflorescencia; observándose además desprendimiento de las ramas de las inflorescencias laterales de la panícula principal, quedando en el árbol solo ésta última.

La enfermedad no se presenta en forma generalizada en la huerta, sólo por manchones e incluso en secciones de árboles, quedando con poca fruta “amarrada” y en algunos casos totalmente sin fruta a pesar de su buena floración.

Debido a la reciente identificación del problema en el campo y en el laboratorio, aún se desconocen las formas de control.

10.10. Tipos de podas

10.10.1. Poda de formación

La poda de formación del árbol, es la más importante e inicia en el mismo momento en que se determinó la rama a acodar; esta, como ya se mencionó en la propagación, debe elegirse de un solo tallo o al menos de un tallo al que se le eliminaron las ramificaciones al momento de acodarla.

Una vez que la planta está en el terreno definitivo, ésta emite una gran cantidad de brotes, con defectuosos ángulos de unión entre ellos y el tallo principal (caso muy particular de la variedad Racimo Rojo). Por lo anterior se deben realizar podas de formación durante los primeros tres años de desarrollo, con la finalidad de definir y guiar adecuadamente la futura copa del árbol, para ello es necesario mantener un solo tronco hasta la altura de 60-80 cm y luego dejar de 3 a 4 brotes fuertes y bien espaciados que formarán las ramas principales del árbol.

Posteriormente en subsecuentes brotes, eliminar las ramas que formen ángulos “V” muy estrechos, ya que éstas, con el tiempo se desgajan fácilmente (características en la variedad Racimo Rojo). Es así como se va conformando

adecuadamente el conjunto de ramas secundarias. Esta poda de formación puede realizarse en cualquier época del año conforme se necesite. Para formar y balancear adecuadamente la copa del árbol, generalmente son necesarias de 2 a 3 podas por año durante los primeros 3 años de desarrollo.

10.10.2. Poda de mantenimientos o renovación

Las podas anuales, de forma estricta como tal, no se realizan, la única labor en tal sentido que se recomienda es que al realizar la cosecha se corte cada racimo de fruta con uno o dos pares de hojas, de esta manera propiciar rápidamente la nueva brotación.

Además de lo anterior, para que la luz solar penetre en toda la copa, es necesario eliminar las ramas muertas y con daños por rajaduras que están propensas a desgajarse.

Las podas de control de crecimiento se recomienda para plantaciones de alta densidad y donde ya es necesario iniciar el control de crecimiento, se realiza sobre aquellos árboles que necesariamente se tendrán que ir disminuyendo desplazando en surcos alternos (como se menciona en la densidad de plantación de 7 x 7m), sobre las copas que se empiezan a juntar. El objetivo es evitar la sobre densidad y conservar las ramas de cada árbol expuestas a la luz solar y a la aireación.

10.11. Riego

En la Huasteca Potosina, la mayor parte de la superficie de Litchi se tiene bajo condiciones de temporal. Pero debido a que las precipitaciones de los últimos años han sido más erráticas en el período más importante del crecimiento y finalización de la fruta, es imprescindible la aplicación de los riegos en este periodo para la obtención satisfactoria de fruta.

En la región no se tiene información precisa sobre la cantidad de agua y número de riegos requeridos para las huertas en desarrollo y producción. Sin embargo, se ha observado que con la aplicación de cuatro riegos en el período del 1º de marzo al 10 de mayo se logran buenos resultados en cuanto a rendimiento y obtención de fruta de buena calidad.

La ausencia de riego puede llegar a limitar la producción hasta en un 100%, y por el contrario un exceso de agua en la última etapa de producción vuelve la fruta más insípida, restándole calidad.

Para las plantas en crecimiento sólo es necesario el riego que se aplique en el periodo de febrero a mayo, después con el período de lluvias normales de la región es suficiente para continuar el desarrollo.

Estos señalamientos, aplican para las huertas establecidas en donde las precipitaciones que se presentan son superiores a los 1500 mm anuales; fuera de esta región, las necesidades hídricas pueden variar.

10.12. Cosecha

La cosecha se realiza cuando la fruta está totalmente madura y lista para su consumo. En ocasiones los frutos pueden tener buen color externo, pero se pueden requerir algunos días más para su madurez comercial por no estar el fruto lo suficientemente dulce para su cosecha y por faltarle además tamaño de fruto y volumen del arilo comestible que es lo último que termina de crecer en la finalización de la fruta; tampoco se puede cortar en forma anticipada debido a que se detiene la maduración, por las características propias de esta fruta (fruto no climatérico). El mejor criterio para determinar la madurez es el color rojo característico de la variedad, el color traslúcido de la pulpa y el sabor de la fruta, por lo que es necesario probar varios frutos para apreciar las características gustativas.

A diferencia de otras regiones del país, en la Huasteca Potosina la maduración de la fruta es muy uniforme lo que permite cosechar toda la fruta de un árbol en un solo corte.

La cosecha se realiza manualmente, para lo cual se utilizan escaleras. El corte de la fruta se hace por racimos, se recolecta en cubetas de plástico o recipientes lisos para evitar daños a los frutos.

La fruta cosechada se debe concentrar bajo sombra para protegerla del sol y evitar su deshidratación; en esta área se seleccionan los frutos para el empaque, primero se desprenden del racimo fruto por fruto, desechando los frutos muy chicos, reventados, verdes (esporádicamente algún fruto está verde) y dañados por pájaro y murciélagos, así como los frutos con la mancha café ya descrita en el apartado de enfermedades. Lo anterior se realiza para mejorar su presentación para la comercialización.

10.13. Postcosecha

La fruta de Litchi, una vez cortada empieza a deshidratarse rápidamente, la cáscara pierde su color rojo brillante y se vuelve de color café perdiendo su valor comercial.

Para evitar o disminuir lo anterior es necesario un manejo eficiente de la fruta posterior a la cosecha. Un manejo aceptable para el empaque, inicia desde el proceso de selección de la fruta cosechada, evitando que el sol y el aire la deshidraten; posteriormente se debe empacar la fruta preferentemente en cajas de cartón con capacidad de cinco kilogramos. A falta de estas últimas, se pueden utilizar cajas de madera forradas internamente con papel, acción que será determinante para cosechar la fruta fresca.

En este caso se recomienda una capacidad de 12 kg de fruta, con el fin de no provocar el excesivo calentamiento de la fruta ubicada en la parte inferior de la

caja. En ambos casos se debe mantener la fruta en lugares frescos. Al transportarse a los centros de consumo, se debe evitar el “golpe” del aire a las cajas, que ocasiona la deshidratación de la fruta. Con estos cuidados, la fruta conservará su calidad aceptable por tres días, periodo en el cual, se debe transportar y comercializar; después de este periodo, la calidad disminuye rápidamente. La fruta fresca también se puede conservar hasta por dos o tres semanas a una temperatura de 5 a 7°C.

XI. VARIEDADES DE LITCHI

La mayoría de las variedades de Litchi en el mundo se originaron en China. En México existe un número reducido de variedades en las que se tienen resultados sobre su evaluación.

En la Huasteca Potosina y basado en el comportamiento de cinco variedades introducidas en 1960 (genotipos sin identidad), se han identificado dos variedades que tienen la calidad comercial y que permiten su venta satisfactoriamente como fruta fresca en los mercados más exigentes, entre los cuales el rojo externo es determinante.

Debido a la falta de identidad de los genotipos con las existentes en China y otras partes del mundo, a estas variedades se les asignó un nombre local (con el que se conocen ya en varios estados del País), mismo que se relacionó con el número de frutos por racimo y color del mismo principalmente. Los rendimientos de éstas corresponden a los obtenidos en una huerta establecida bajo el diseño de marco real a una distancia de 10 m x 10 m, los cuales son reafirmados con los de las plantaciones comerciales más recientes que están llegando a la estabilización de la producción comercial de fruta.

Con base en lo anterior, las variedades sugeridas para la región son las siguientes.

Racimo rojo.

La floración en esta variedad ocurre durante la primera quincena de febrero y la cosecha en la segunda de mayo; esta es la variedad más precoz, situación que favorece la entrada temprana de la fruta al mercado nacional e internacional, debido a que otras áreas productoras aun no están en producción. Los frutos son moderadamente grandes, de color rojo brillante y se producen en racimos bien definidos de 20 frutos en promedio, lo cual facilita la cosecha de los mismos.

Los frutos de esta variedad tienen 64% de pulpa, 18% de cáscara y 18% de semilla; 52 frutos pesan aproximadamente un kilogramo.

La variedad tiene un desarrollo muy satisfactorio, pero también es la que requiere de mayores cuidados en la poda de formación, de lo contrario se tendrán pérdidas de ramas principales (desgajamiento) conforme el árbol se desarrolla, ya sea por el peso de las ramas o por el efecto de los vientos que se presentan; para evitar lo anterior, se deben eliminar las ramas en forma de “V” muy cerradas, que es donde se origina el desgajamiento de las mismas.

El rendimiento anual por árbol, una vez uniformizada la producción (12-15 años) es de 70 a 80 kilogramos; por las características de la fruta, porte del árbol, consistencia en su producción, rendimiento y precocidad, se considera la mejor variedad para esta región.

Ralo Rojo.

Las características de esta variedad corresponden en términos generales a la variedad Brewster, su floración ocurre durante la primera quincena de febrero y la cosecha del 25 de mayo al 15 de junio, los frutos son grandes y de color rojo brillante, firmes al inicio de la maduración (periodo óptimo para la cosecha) y “flojos o flácidos” cuando esta se encuentra más avanzada, lo que dificulta el manejo de la fruta aumentando el riesgo de que se revienten, a diferencia de otras variedades tienen menor vida de anaquel.

Esta variedad produce los frutos dispersos en el árbol y tienen en promedio de cinco a ocho frutos por racimo, la mayor cantidad de pequeños racimos dificulta más su cosecha con respecto a la variedad de Racimo Rojo.

Los frutos de esta variedad tienen un 55% de pulpa, 24% de cáscara y 21% de semilla, con 53 frutos se obtiene aproximadamente un kilogramo de fruta. El rendimiento anual por árbol una vez uniformizada la producción (12-15 años) es de 60 a 70 kilogramos. Es una variedad más resistente a los efectos de daños por vientos y requiere de menor poda de formación.

XII. PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES DEL LITCHI

Con el afán de poder consumir el litchi no solamente durante el corto periodo de cosecha (3 a 6 meses por año) y por las dificultades para transportarlo por larga distancias, se han desarrollado a lo largo de los siglos varios métodos de conservación y transformación industrial del litchi, cuyos principales productos finales son:

- | | |
|---|---|
|  Litchi seco |  Vino |
|  Enlatado |  Aromatizante de té |
|  Congelado |  Ensalada mixtas |
|  Néctar |  Almíbar |
|  Mermelada |  Pasteles |
|  Cóctel |  Refresco natural por fermentación |
|  Postres |  Dulces |
|  Helados |  Salsas |
|  Confituras | |

XIII. SUBPRODUCTOS DEL LITCHI

El subproducto más conocido del cultivo de litchi es la madera, la cual es comparable a la del cedro, que es utilizada en la fabricación de muebles, setos para casa, piso, en la fabricación de instrumentos musicales y para la obtención de carbón.

Otro subproducto de gran valor económico que se obtiene del litchi, en China, es las grandes cantidades de miel que se recoge de las colmenas cerca de árboles de lichi. La miel de las colonias de abejas en los bosques de litchi en la Florida es ámbar claro, de la más alta calidad (Morton, 1987).

XIV. MERCADO DEL LITCHI

En los Estados Unidos operan 33 distribuidores de litchi; los dos principales son Coosemans Worldwide y FRIDA´s Inc. (Schwentesiuss y Gómes, 2001).

Coosemans Worldwide.

Es una compañía que opera en 18 ciudades de su país de origen y también en Bélgica, para abastecer el mercado Europeo, y en Chile, maneja casi 100 diferentes frutas y hortalizas frescas, entre ellas 32 frutas exóticas.

FRIDA´s Inc.

Es una compañía con sede en los Ángeles. Actualmente, es la primera comercializadora de frutas y hortalizas exóticas, sobre todo Asiática en los EUA, abasteciendo de 400 diferentes productos a comerciantes minoristas. Para abastecer el mercado de litchi cuenta con un red que garantiza el acceso a la fruta fresca desde Florida, México e Israel entre los mese de junio y julio.

Los principales agentes de comercialización en la Unión Europea son: Albert Fisher (Gran Bretaña), Fyffes (Gran Bretaña/Irlanda), Geest (Gran Bretaña), y el grupo Scipio/Atlanta (Alemania). A su lado operan un gran número de comercializadoras pequeñas (Schwentesiuss y Gómes, 2001).

Albert Fisher.

Esta comercializadora tiene tres divisiones: productos frescos, productos procesado y pescado. Su área de operación, a través de sus 24 principales compañías, incluyendo 5 países Europeos (Holanda, Gran Bretaña, Francia, Alemania y Bélgica), además, EUA y países latinoamericanos.

Fyffes.

Es un distribuidor que opera principalmente en Gran Bretaña e Irlanda, pero se encuentra en proceso agresivo de expansión hacia el continente Europeo. En el caso del banano, que es el principal producto que maneja tiene el 35% del mercado en Gran Bretaña.

Geest.

Principal abastecedor de banana también e Gran Bretaña también opera en el continente Europeo a través de “Joint ventures”, con distribuidoras en Francia, Italia, y España.

Scipio/Atlanta.

El grupo alemán Scipio/Atlanta, no solamente opera en su país de origen sino también en Europa Oriental. Su especialidad es fruta exótica y productos orgánicos.

Supermercados en Europa.

Los principales supermercados en Alemania, en el sector de frutas exóticas son: *Metro, REWE, Edeka y Spar*. Las cinco compañías en Italia son: *Crai, Conad, Coop, Végé y La Rinascente*. En Francia, el mercado de fruta exótica está dominado por: *Leclerc, Mammouth, Euromarché, Carrefour y Auchan*. En gran Bretaña, tiene una posición predominante las organizaciones siguientes: *Sainbury, Tesco, Gateway, Argyll y ASAD*.

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 litchi 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 5 se esquematiza de manera sucinta la metodología de la zonificación agroecológica (FAO, 1981) utilizada en el cultivo de litchi.

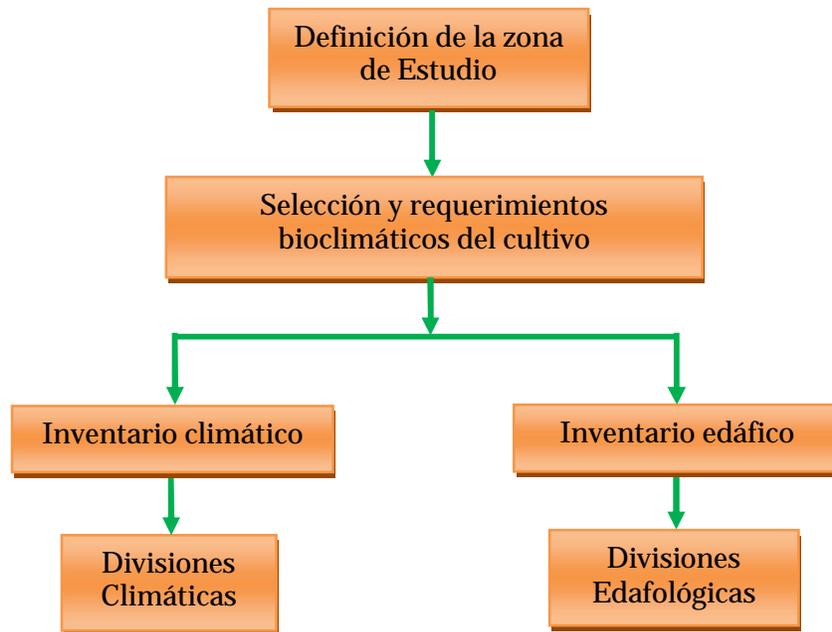


Figura 5. Metodología simplificada de la zonificación agroecológica para el cultivo de litchi.

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?

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 LITCHI

Las variables principales que se consideraron para determinar las zonas con alto potencial productivo en el cultivo de litchi 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 6). Estos requerimientos bioclimáticos se tomaron de los reportados por la FAO en el siguiente sitio de Internet:

<http://www.ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropFindForm>.

Cuadro 6. Variables seleccionadas para definir áreas potenciales para el cultivo de litchi 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.

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

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

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

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

16.1. Inventario climático

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

16.1.1. División climática

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

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

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 del litchi.

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 6. 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 litchi.

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 utilizó la información reportada en el Plan de Uso Sustentable de los Suelos de Tabasco de la Fundación Produce Tabasco, que contiene resultados generados de los últimos 25 años, sobre el conocimiento de los suelos; aborda aspectos físicos y químicos, clasificándolos de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Organización de las 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 litchi las cuales se denomina áreas con alto potencial productivo.

XVII. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE LITCHI

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 del litchi en Tabasco.

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

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

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:

b_{gm} = Tasa máxima de producción de biomasa bruta para un IAF 5 en ($\text{kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$) se calcula mediante la ecuación (3).

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

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 ($\text{cal cm}^{-2} \text{d}^{-1}$) (Tablas para $P_m = 20 \text{ kg ha}^{-1} \text{h}^{-1}$).

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 b_o para plantas con una fotosíntesis máxima (P_m) de $20 \text{ kg CH}_2\text{O ha}^{-1} \text{h}^{-1}$, para lo cual se requiere calcular la temperatura diurna (T_{foto}), la cual se calcula con la ecuación (5).

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

T_{max} = Temperatura máxima

T_{min} = Temperatura mínima

R_g = Radiación global medida ($\text{cal cm}^{-2} \text{d}^{-1}$)

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

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

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

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

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

IAF = Índice de área foliar utilizada fue de 6 (Silvertsem y Lloyd, 1994).

$\log_{10}(IAF)$ se obtiene de gráfica.

N = Duración del ciclo del cultivo (365 días).

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

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

$C_{30} = 0.0108$ para cultivos como el litchi 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 litchi. El valor de Hi del cultivo de litchi utilizado fue de 0.19, el cual fue calculado a partir de los datos de Menzel y Simpson, (1992), Stern *et al.*, (1992) y Menzel *et al.*, (1995).

XVIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

Desde el punto de vista climático (temperatura y precipitación) el estado de Tabasco tiene 1,344,554 hectáreas con alto potencial productivo para cultivar litchi (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 que es de 290 días.

En cuanto, a los requerimientos de suelo para el cultivo de litchi, el estado de Tabasco cuenta con 19 subunidades de suelo aptas para este cultivo, que en conjunto suman una superficie de 940,583 hectáreas, las cuales se mencionan a continuación: Fluvisol Éútrico (FLeu), Fluvisol Éútrico, Vertisol Crómico (FLeu, VRcr), Fluvisol Eútri-Gléyico (FLeugl), Fluvisol Dístri-Gléyico (FLdygl), Fluvisol Dístrico (FLdy), Cambisol Crómico (CMcr), Cambisol Dístrico (CMdy), Cambisol Éútri-Calcárico (CMeuca), Cambisol Éútrico (CMeu), Cambisol Endogléyico (CMgln), Vertisol Crómico (VRcr), Vertisol Crómico, Fluvisol Éútrico (VRcr, FLeu), Vertisol Éútrico (VReu), Vertisol Éútrico en lomerios (VReu), Luvisol Crómico (LVcr),), Luvisol Crómico, Alisol Gléyico (LVcr, ALgl). Luvisol Crómico, Acrisol Plíntico (LVcr, ACpl), Luvisol Gléyico (LVgl) y Luvisol Háplico (LVha).

Estas subunidades de suelo, son las que cumplieron con las variables edáficas (química y física) del Cuadro 6, que exige como mínimo el cultivo de litchi, para alcanzar rendimientos aceptables de fruta y que se reportan en el Anexo 2.

El resto de la superficie de Tabasco, no presenta suelos aptos para este cultivo. Por ejemplo la unidad de suelos Histosoles (Hs) que abarca una superficie de 90,581.87 ha son suelos inundables, no aptos para cultivar este frutal. Otro

ejemplo más lo constituyen la unidad de suelo Gleysol (GL), que abarca una superficie de 675,272.38 hectáreas, estos suelos presentan saturación con agua durante cierto periodo del año o todo el año.

El análisis edafoclimático (clima y suelo) muestra que el estado de Tabasco, cuenta con una superficie potencial de 517,381 hectáreas para cultivar litchi, que se distribuye en trece municipios del estado de Tabasco (Figura 6), de las cuales el 57.5% de ellas se concentran en cuatro municipios que se jerarquizan a continuación: Huimanguillo (81,915 ha), Macuspana (73,276 ha), Tenosique (71,468 ha), Balancán (71,198 ha), En la Figura 7 se ilustran las zonas de color rojo con alto potencial productivo para producir litchi en el estado de Tabasco.

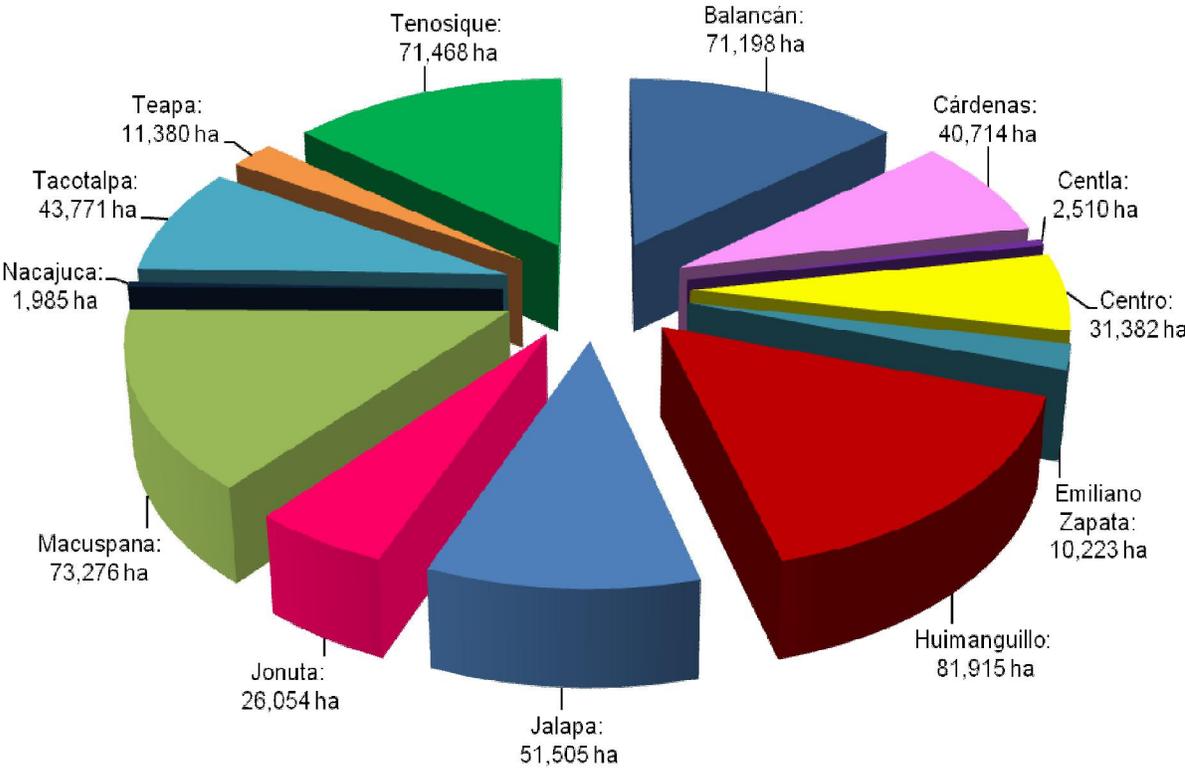


Figura 6. Superficie por municipio con alto potencial para cultivar litchi en el estado de Tabasco

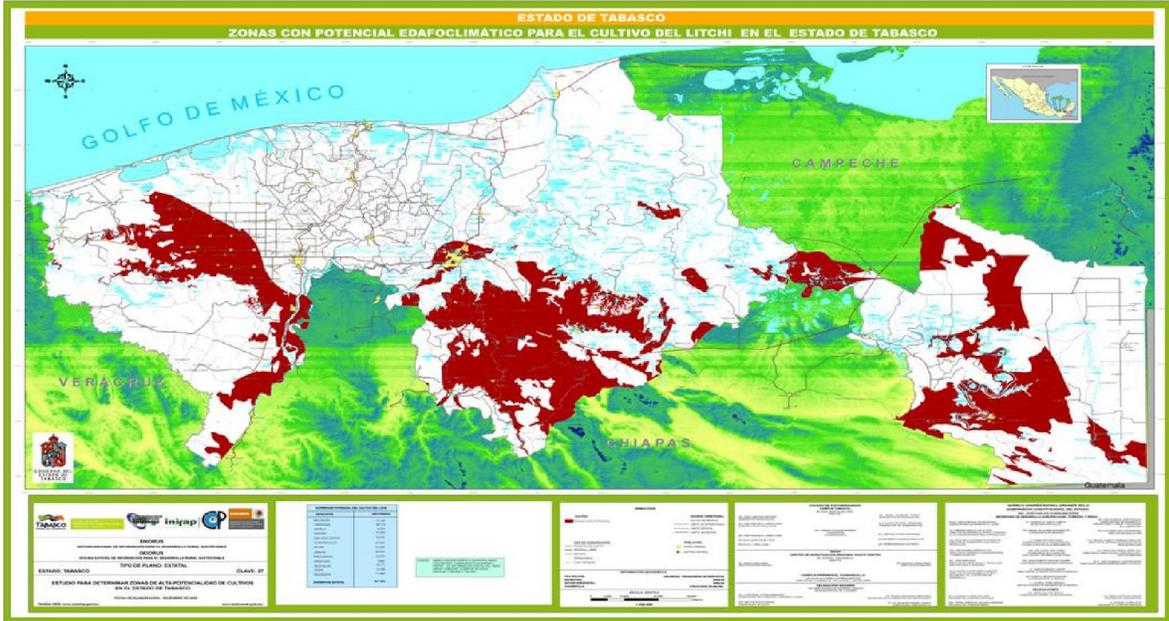


Figura 7. Distribución geográfica de la superficie con alto potencial productivo para el cultivo de litchi en el estado de Tabasco.

El rendimiento potencial del cultivo de litchi para el estado de Tabasco es de 12.4 t ha^{-1} . Este rendimiento fue estimado para plantaciones con 12 años de edad provenientes de material vegetativo injertado, con una distancia de siembra de 7x7 metros, lo que equivale a obtener una densidad de 204 árboles por hectárea.

Dichos rendimientos estimados son similares a los reportados por Garza y Cruz , (2001) para la Huasteca Potosina con 12.24 t ha^{-1} . Aunque hay que tener en cuenta que los rendimientos reportados por este autor corresponden a plantaciones de 10 años de edad.

Los rendimientos estimados de fruta para Tabasco de litchi, son superiores al promedio nacional que es de 5.8 t ha^{-1} en el 2007. No obstante el estado de Oaxaca en el 2004 reportó rendimientos de 17.5 t ha^{-1} (SIAP-SAGARAPA, 2009). La diferencia en los rendimientos estimado para Tabasco y los obtenido en campo en el estado de Oaxaca, puede deberse entre otras cosas a la edad de las plantaciones, ya que con la edad el árbol de litchi incrementa su rendimiento.

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 1,344,554 hectáreas para cultivar litchi.
- ✚ El potencial edafológico del estado de Tabasco, para el cultivo del litchi es de 940,583 hectáreas.
- ✚ La superficie con alto potencial edafoclimático (clima y suelo) para cultivar litchi en el estado de Tabasco es de 517,381 hectáreas.
- ✚ El principal factor ambiental que más limita el potencial productivo para el cultivo del litchi en el estado de Tabasco es el factor suelo.
- ✚ Los rendimientos potenciales esperados para el cultivo del litchi en el estado de Tabasco son de 12.4 t ha⁻¹.
- ✚ El 57.5% de la superficie con alto potencial edafoclimático se concentran en cuatro municipios: Huimanguillo (81,915 ha), Macuspana (73,277 ha), Tenosique (71,468 ha) y Balancán (71,198 ha).
- ✚ El periodo de siembra para este cultivo va del 25 de mayo al 30 de agosto.

XX. BIBLIOGRAFIA

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.

ASERCA-CIESTAAM (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria-Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial). 1996. Mercado Mundial de Litchi Mexicano. pp. 34-38. Disponible *en:* www.aserca.gob.mx/SECSA/estudios/litchi.pdf.

Castillo, T. M. y Díaz, A. J. S/f. El Litchi. México. 32 p.

CNA (Comisión Nacional de Agua). 2005. Productos Climatológicos. Servicio Meteorológico Nacional. Disponible *en:* <http://smn.cna.gob.mx>.

Chandler, W. H. 1962. Frutales de Hoja Perenne. Ed. UTEHA. 1^{era} edición. México D.F. 666 p.

ESRI. (Environmental System Research Institute). 2004. ArcGIS 9. Getting Started With ArcGIS. 2004. Sistema de información. USA.

Evans, E. A y Degner, R. L. 2005. Recent developments in world production and trade of lichee (*litchi chinensis*): Implications for Florida growers. Proc. Fla. State Hort. Soc. (118) 247-249.

Evans, E. A.; Degner, R. L.; Crane, J.; Rafie, R y Balerdi. C. 2008. Is It Still Profitable to Grow Lychee in Florida?. Food and Resource Economics Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Disponible *en:* <http://edis.ifas.ufl.edu>.

- 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.
- 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.
- Galán, V. S. 1990. Los Frutales Tropicales en los Subtrópicos: Aguacate, Mango, Litchi y Longan. Edit. Mundi-Prensa, Madrid España. pp. 95-125.
- García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. Serie Libros, No. 6. México D.F. 90 p.
- Garza, N. A y Cruz, F. M. 2001. El litchi una alternativa de producción para la Huasteca Potosina. Folleto para productores No. 2. INIFAP. Huichihuayán, S.L.P. México. 24 p.

- Groff, G. W. 1921. The lychee and longan. Orange Judd Company and Canton Christian College, China Sci. Cult. 38, 39–40.
- Hayes, W. B. 1957. *Fruit Growing in India*. Kitabistan, Allahabad, pp. 323–332.
- Herrera, B. C.; Castellano, M. C y Vázquez, H. V. 2005. Estudio de Mercado Internacional del Litchi. Disponible en: www.encauze.com/pub/litchi.pdf.
- IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2003. ERIC III. Extractor Rápido de Información Climatológica v.1.0.2007.
- Menzel, C. M. y Simpson, D .R. 1992. Partitioning of nutrients in bearing lychee tree (*Litchi chinensis* Sonn.). Acta Horticulturae, (321) 535-540.
- Menzel, C. M.; Oosthuizen, J. H.; Roe, D. J y Doogan, V .J. 1995. Water deficits at anthesis reduce CO₂ assimilation and yield of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) tree. Tree Physiology, (15) 611-617.
- Morton, J. 1987. Lychee. pp. 249–259. In: Fruits of Warm Climates. Julia F. Morton, Miami, FL. Disponible en: www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/lychee.html#Other%20Uses.
- Ochse, J. J., Soule, M. J., Dijkman, M. J., and Wehlburg, C. 1961. Tropical and Subtropical Agriculture. The Macmillan Co., New York. 1446 p.
- Ochse, J. J; Soule Jr, M. J; Dijkman, M. J; Wehlburg, C. 1980. Cultivo y Mejoramiento de Plantas Tropicales y Subtropicales. Vol. I. Ed. Limusa, México. pp. 794-798.

- 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.
- Parra, H. H y Sepulveda, B. J. 1986. Litchi, nueva fruta con proyección comercial. Agrosíntesis. (6), 17:55-62.
- 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.
- Schwentenius, R. R. y Gómez, C. M. A. 2001. El litchi. La Fruta Más Fina del Mundo. Mundi-Prensa México. 2^{da} edición. 144 p.
- Silvertsem, J.P.; Lloyd, J.J. 1994. Citrus. In: Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops. Vol.II. Sub-Tropical and Tropical Crops. Edited by Bruce Schaffer y Andersen , D.C. pp 65-71.
- 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 e/n. www.siap.sagarpa.gob.mx.
- Singh, R. 1969. Fruits. National Book Trust, India. New Delhi, India. pp. 127-131.
- Sinha, R. P. N. 1968. Our Trees. Pub. Div. Min. of Info. & Broadcasting (New Delhi) Government of India. 88 p.

Stern, R. A.; Adato, I.; Goren, M.; Eisenstein y Gazit, S. 1992. Effects of autumnal water stress on litchi flowering and yield in Israel. Hort. Sci. (121) 152-157.

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. Programa de Agrometeorología. SARH. Montecillo, México. 113 p.

ANEXOS

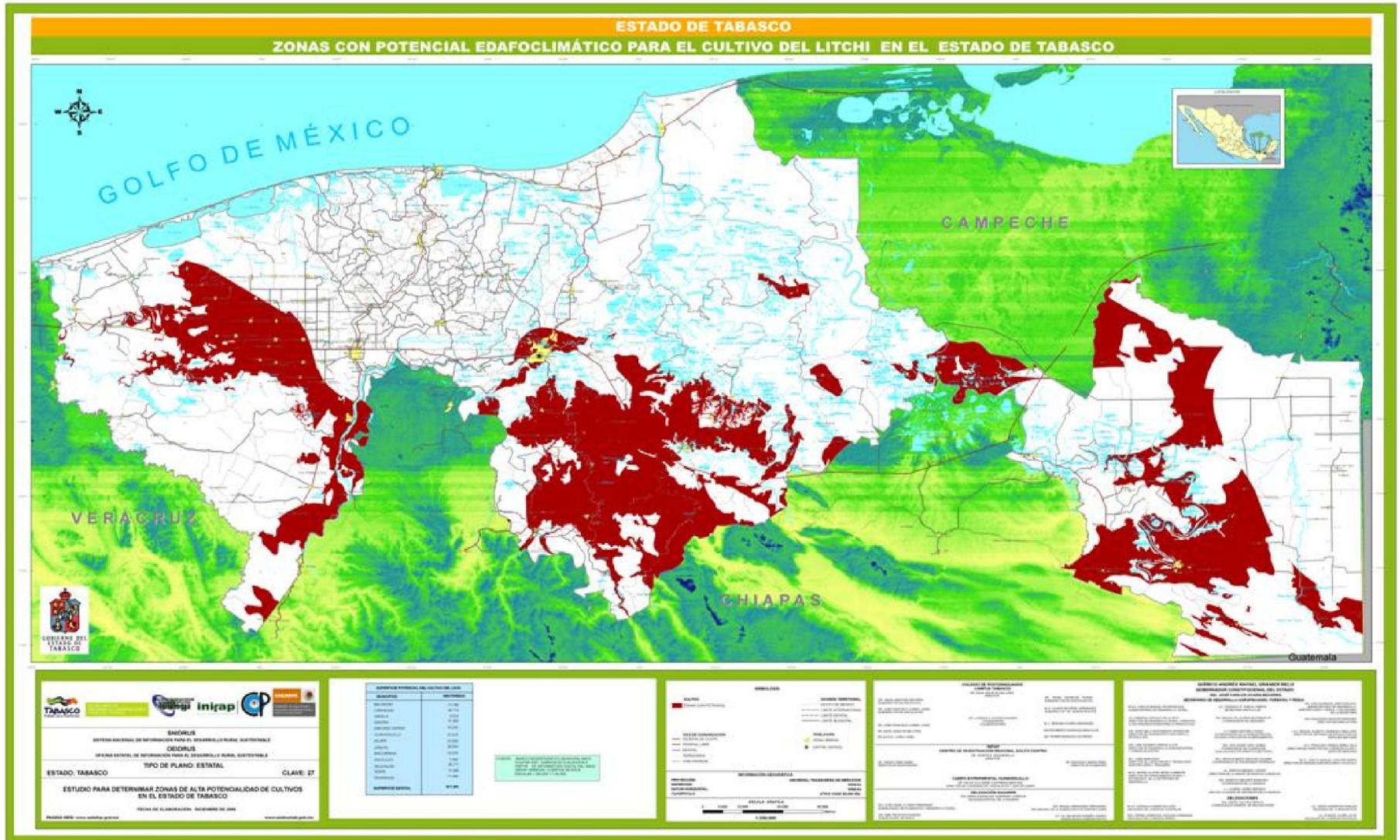
Anexo 1. Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en el estado de Tabasco.

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 litchi (FAO, 1994).

	Óptima		Absoluta		Suelo	Óptima	Absoluta
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima			
Requerimientos de temperatura	20	35	15	40	Profundidad	Profundo (>150 cm)	Somero (20 a 50 cm)
Lluvia anual	1000	1700	700	2800	Textura	Media, orgánica	Ligeramente pesada y mediana
Latitud	13	9	29	32	Fertilidad	Moderada	Baja
Altitud	-	-	-	2000	Toxicidad al aluminio	-	-
pH del suelo	5.5	6.5	5.0	8.5	Salinidad	Baja (<4 dS/m)	Baja (<4 dS/m)
Intensidad de la luz	Muy brillante	Cielo despejado	Muy brillante	Cielo nublado	Drenaje	Buen drenaje	Pobre (saturación > 50% del año).

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



Anexo 6. Análisis químico de las subunidades de suelo.

SUBUNIDAD: Vertisol Éútrico (VReu)

Horizonte	TEXTURA			pH H ₂ O	MO %	CIC	cmol (+) kg ⁻¹				P Asim. mg kg ⁻¹	CC %	PMP %	Dap Mg m ⁻³
	A%	L%	R%				Ca	Mg	Na	K				
A1	36.0	12.0	52.0	7.5	1.21	34.0	17.75	16.45	0.72	0.28	0.70	32.0	-	1.46
A2	16.0	30.0	54.0	7.2	0.13	28.7	16.5	11.31	0.74	0.33	0.77	36.0	-	1.53
Cg1	30.0	34.0	46.0	7.5	0.55	26.3	13.12	10.74	0.70	0.45	1.08	32.40	-	1.64
Cg2	35.6	22.3	42.1	7.0	2.42	24.5	13.12	10.74	0.59	0.58	8.57	28.50	-	1.60

SUBUNIDAD: Fluvisol Éútrico (FLeu)

Horizonte	TEXTURA			pH H ₂ O	M.O. %	CIC	cmol (+) kg ⁻¹				P. asim mg kg ⁻¹	C.C. %	P.M.P. %	D.A. Mg m ⁻³
	A%	L%	R%				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: Fluvisol Éútri-Gléyico (FLeugl)

Horizonte	TEXTURA			pH H ₂ O	M.O. %	C.I.C.	cmol (+) kg ⁻¹				P. asim mg k ⁻¹	C.C. %	P.M.P. %	D.A. Mg m ⁻³
	A%	L%	R%				Ca	Mg	Na	K				
A1	38.4	12.7	48.9	6.5	1.96	35.7	23.9	10.7	.55	.30	18.45	30.69	19.56	1.26
C	41.1	28.7	30.2	7.1	.75	29.2	19.9	8.4	.46	.16	1.12	23.82	12.07	-
2lCg	89.8	0.0	10.2	7.1	.20	8.6	4.4	3.6	.26	.06	9.79	4.06	4.06	-

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	A%	T E X T U R A		pH H ₂ O	MO %	C.I.C.	cmol (+) kg ⁻¹			P. asim mg kg ⁻¹	
		L%	R%				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	A%	T E X T U R A		pH H ₂ O	M.O. %	CIC	cmol (+) kg ⁻¹			P. asim mg kg ⁻¹	
		L%	R%				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: Cambisoles éútricos (CMeu)

Horizonte	T E X T U R A			pH	M.O.	cmol (+) kg ⁻¹					P. asim mg kg ⁻¹
	A%	L%	R%			H ₂ O	%	C.I.C.	Ca	Mg	
A1	17	47	36	5.9	4.41	23.3	16.8	5.9	0.10	0.21	16.2
A2	15	45	40	5.6	1.46	18.4	12.4	5.4	0.11	0.11	2.7
Bw	17	37	46	6.4	0.60	19.5	13.4	6.9	0.16	0.10	NSD
C1	15	41	44	6.5	0.73	22.7	18.0	7.4	0.19	0.11	NSD
C2	17	43	40	6.6	0.33	21.7	15.8	8.1	0.21	0.09	2.6

SUBUNIDAD: Cambisoles Endogléricos (CMgln)

Horizonte	T E X T U R A			pH	M.O.	cmol (+) kg ⁻¹					P. asim mg kg ⁻¹	C.C. %	P.M.P. %	D.A. Mg m ⁻³
	A%	L%	R%			H ₂ O	%	C.I.C.	Ca	Mg				
A1	43.80	16.0	40.19	6.0	4.90	39.28	28.27	9.47	0.51	0.77	26.0	29.18	16.07	1.05
Bwg	40.72	14.0	45.27	5.6	2.32	40.19	28.15	10.64	0.41	0.73	24.0	27.06	18.10	-
Cg	45.80	26.0	28.19	6.4	1.73	31.99	21.31	9.47	0.36	0.52	27.66	23.85	11.27	-

SUBUNIDAD: Cambisol Dístico (CMdy)

Horizonte	pH (H ₂ O)	CE dS m ⁻¹	MO %	P mg kg ⁻¹	K	Na	Ca	Mg	CIC	Da mgm ⁻³	Suma de bases	PSB	Arcilla	Limo	Arena	Textura
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