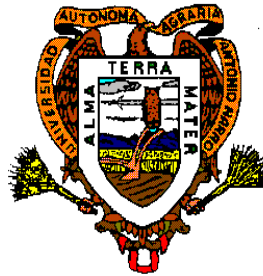


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE AGRONOMIA



**PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL
CULTIVO DE LA PIÑA Ananas comosus (L.) Merr.**

POR:

PEDRO ANDRADE BUSTAMANTE

MONOGRAFIA

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TITULO DE:**

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO
NOVIEMBRE DE 1999**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE AGRONOMIA

**Principales plagas y enfermedades en el cultivo de la Piña Ananas
comosus (L.) Merr**

Por:

PEDRO ANDRADE BUSTAMANTE

MONOGRAFIA

**Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como
requisito parcial para obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo Parasitólogo

APROBADA POR:

**M.C. CARLOS I. SUAREZ FLORES
PRESIDENTE DEL JURADO**

**M.C. REYNALDO ALONSO VELASCO
COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA**

BUENAVISTA, SALTILLO, COAH., NOVIEMBRE DE 1999.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE AGRONOMIA

**Principales plagas y enfermedades en el cultivo de la Piña Ananas
comosus (L.) Merr**

Aprobada por el H. Jurado Examinador:

**M.C. CARLOS I. SUAREZ FLORES
PRESIDENTE DEL JURADO**

**M.C. ADOLFO ORTEGON PEREZ
SINODAL**

**M.C. GUSTAVO OLIVARES SALAZAR
SINODAL**

**M.C. EDGAR GUZMAN MEDRANO
SINODAL**

BUENAVISTA, SALTILLO, COAH., NOVIEMBRE DE 1999.

DEDICATORIAS

ANTE TODO A DIOS, que me permitió escalar un peldaño más en la vida.

A MIS PADRES

JACOBO

VALENTINA

Por el inmenso amor que han derramado sobre mi, por saber perdonar mis errores y enseñarme a levantar cuando se ha caído; por sus desvelos y fatigas que sin queja han pasado.

A ustedes que sin esperar nada a cambio dan su vida por proporcionar a sus hijos un futuro mejor. Los quiero mucho.

A MIS HERMANOS

ARMANDO

ANGEL

Con mucho cariño que son para mi lo mejor que pude recibir en la vida, a quienes agradezco su confianza y apoyo brindado en los momentos más difíciles, con lo cual me impulsaron a superarme en el logro de mi carrera profesional.

A MIS AMIGOS

A todos mis amigos de la generación LXXXVII de la especialidad de parasitología sección única.

AGRADECIMIENTOS

A la **UAAAN** por haberme brindado la oportunidad de cumplir este objetivo en la vida.

Al **M.C. CARLOS IGNACIO SUAREZ FLORES**, por el apoyo brindado en todo momento y sus acertadas sugerencias supieron guiarme para la culminación del presente trabajo.

Al **M.C. ADOLFO ORTEGÓN PÉREZ**, por aceptar participar en la realización de este trabajo y aceptar fungir en el jurado examinador.

Al **M.C. GUSTAVO OLIVARES SALAZAR**, por su valiosa participación en la realización de este trabajo.

Al **M.C. EDGAR GUZMÁN MEDRANO**, por participar en la realización de este trabajo y aceptar fungir en el jurado examinador.

INDICE DE CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCION	1
ORIGEN GEOGRAFICO Y HISTORIA	3
ORIGEN GEOGRAFICO	3
HISTORIA	3
DISTRIBUCION GEOGRAFICA	4
Países Productores	4
Estados Productores	8
TAXONOMIA	10
BOTANICA	11
Sistema Radical	11
Tallo	12
Hojas	13
Pedúnculo	16
Flor	16
Fruto	17
CONDICIONES EDAFICAS	18
CONDICIONES CLIMATICAS	19
Precipitación	19
Temperatura	21
Condiciones Heliofísicas	23
Fotoperíodo	24
Viento	25
FERTILIZACION	25
Nitrógeno	26
Potasio	27
Fósforo	29
Magnesio	30
Dosis por Planta	30
GRUPOS Y VARIEDADES	32
GRUPOS	32
Grupo Cayena	32
Grupo Queen	32
Grupo Español	32
Grupo Acabaxi	34
VARIEDADES	35
Española Roja	35
Cabezona	35
Esmeralda	36
Cayena Lisa y la Champaka	36

PREPARACION DEL TERRENO	37
Chapeo	38
Incorporación de residuos de cosecha	38
Barbecho	39
Rastreo	39
Nivelación y Drenaje	39
	Pag.
PROPAGACION	
Tipos de material de propagación	40
Corona.....	40
Gallos	41
Clavos	41
Manejo de Material de Propagación.	42
Manejo de Coronas	42
Manejo de Gallos y Clavos.....	42
PLANTACION	43
Trazado y Marcado de Tablas	44
Métodos de Plantación	44
Ahoyado	44
Rayado	45
CONTROL DE MALEZA	45
FLORACION	47
Floración Natural	47
Tratamiento de la Inducción Floral	48
PLAGAS, NEMATODOS Y ENFERMEDADES	50
Plagas	50
Complejo : PiojoHarinoso-Marchitez Roja-Hormiga.	50
Barrenador de Fruto	56
Picudo Negro	56
NEMATODOS	
Nemátodo Agallador.....	57
Nemátodo Lesionador	58
ENFERMEDADES	58
Pudrición de la Raíz y del Corazón.....	58
COSECHA	59
COMERCIALIZACION	62
Mercado Nacional	62
Exportación	63
INDUSTRIALIZACION	63
Elaboración de rebanadas y Trozos	63
Elaboración de Jugo Concentrado	68
BIBLIOGRAFIA	71

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Principales componentes de la fruta fresca.....	2
Cuadro 2. Principales países productores de 1992-1998. (Ton. Métricas).....	6
Cuadro 3. Principales estados productores de piña.	8
Cuadro 4. Dosis de NPKMg en gramos por planta por ciclo de acuerdo con la densidad de plantación utilizada. 31	
Cuadro 5. Las variedades mas cultivadas en el mundo.	37
Cuadro 6. Densidades, sistemas y distancias de plantación para el cultivo de la piña.	43

INDICE DE GRAFICAS

	Pag.
Gráfica 1. Principales países productores de piña durante 1998.	7
Gráfica 2. Principales estados productores de piña en México durante 1996.	9

INTRODUCCION

El cultivo de la piña ***Ananas comosus (L) Merr.*** Es uno de los frutos tropicales que ha tenido mayor trascendencia, en estas zonas denominadas tropicales dado que es uno de los cultivos que ha tenido una mejor adaptación y que ha prosperado en la producción global durante varias décadas de los países que la producen, esta situación ha propiciado que sea la principal fuente de empleo en estas zonas, ya sea como productor, como trabajador, como comerciante o como procesador, lo cierto es que en el ámbito mundial la Piña es uno de los cultivos tropicales más importantes

Se considera que en el ámbito internacional, las frutas junto con las hortalizas ocupan el segundo lugar de los productos agropecuarios apenas aventajadas por los cereales (ASERCA, 1995).

Debido al a gran adaptación de este cultivo, se han consolidado como principales productores: Tailandia, Brasil, Filipinas, India, China y Nigeria, entre lo cuales México ocupa el noveno lugar a nivel mundial, obteniendo el 90% de su producción en la región piñera del bajo Papaloapan. Algunos han mantenido su producción como es el caso de Brasil, mientras que México ha disminuido de manera significativa su producción, hecho que ha propiciado que otros países como Colombia, Costa Rica y Venezuela empiecen a destacar en la producción de este producto; así, Colombia producía mucho menos que México y en 1992 empieza tener mayor participación que México, mientras tanto los dos últimos países han tenido un crecimiento de manera acelerado a principio de los noventa, pero no con el peso suficiente como los Asiáticos, como para que el continente americano sea nuevamente el que tenga la mayor producción de esta fruta tropical (FAO, 1990-1997)

La piña es una de las frutas de gran importancia en los mercados de gran parte de los países. En México su participación en el consumo de frutas es relevante.

Desde el punto de vista nutricional, la piña aporta principalmente azúcares, vitaminas y minerales (Sánchez, 1996).

CUADRO 1. Principales componentes de la fruta fresca

COMPUESTO	CANTIDAD
Porción comestible	0.53
Energía (calorías)	33.0
Proteína (gr)	0.60
Grasas (gr)	0.10
Carbohidratos (gr)	8.40
Calcio (mg)	35.0
Hierro (mg)	0.50
Tiamina (mg)	0.07
Rivoflavina (mg)	0.04
Niacina (mg)	0.20
Acido ascórbico(mg)	26.0
Retinol (mg)	12.0

Desde el punto de vista socioeconómico el cultivo de la piña es generador de empleos, puesto que utiliza de 150-200 jornales por hectárea, en tanto que alrededor de las actividades de transporte, comercialización e industrialización, se da una gran derrama económica. Podemos poner el ejemplo de Isla, Ver, aquí en México ya que es el principal municipio productor de piña, en el cual este cultivo en 1990 genero 1.2 millones de jornales. En la

actividad industrial, solamente en la industria de los productores se generaron 15,000 empleos (García, 1992).

ORIGEN GEOGRAFICO Y HISTORIA

ORIGEN GEOGRAFICO

La piña es originaria de América, específicamente del sur de Brasil, Norte de Argentina y Paraguay. Aunque la piña tiene sus orígenes en México desde los tiempos prehispánicos (Mata, 1964).

El centro de origen de la piña según los doctores Leal y García de la Universidad de Maracay, Venezuela, se encuentra comprendido entre los 10° LN a los 10° LS, y los 55 a 75° latitud LW (Hernández y Montoya, 1993).

HISTORIA

Como resultado del intercambio entre tribus y a la gran capacidad de resistencia del material vegetativo para tolerar viajes prolongados sin morir, muchas variedades o genotipos se expandieron a lugares cada vez más alejados del centro de origen, llegando a Centroamérica, México y las Islas Caribeñas. Cristóbal Colon la vio por primera vez en la Isla de Guadalupe, en noviembre de 1493, durante su segundo viaje; le observó semejanza con el fruto del pino, pero oloroso (de ahí su nombre en ingles pineapple). 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. Se reportó su presencia en la Isla de Santa Elena en 1505, en Madagascar y en la India en 1548. (INIFAP-SAGAR, 1998).

Fue el norteamericano Frank Peter quien introdujo a México el cultivar Cayena Lisa a principios de este siglo XX; trajo de Hawaii mil vástagos, inicialmente los estableció en la región de Tezonapa en el estado de Veracruz; en busca de mejores condiciones agroecológicas se pasó a Loma Bonita, Oax., posteriormente otros personajes emprendedores la llevaron a Isla, Ver., en el centro de la denominada Cuenca Baja del Papaloapan, para distribuirlo finalmente a otras regiones piñeras de México, Centroamérica y el Caribe (INIFAP-SAGAR, 1998).

La variedad introducida en México fue la variedad Cayena Lisa, que se considera que es la más importante en el mundo y debido a la existencia de amplias zonas de clima tropical y subtropical en este país ha permitido que el cultivo de la Piña haya sido susceptible de extenderse en diversos estados como son Quintana Roo, Veracruz, Oaxaca, Nayarit, Sinaloa y Chiapas, y que ha permitido que este cultivo tropical sea uno de los 16 cultivos más importantes dentro de la agricultura mexicana (Santiago, 1998).

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Países productores

De acuerdo a datos de la FAO, existen evidencias de que en los años setenta la producción mundial de piña se concentró en el Continente Americano, debido a que en este periodo Hawaii redujo su producción y por tanto su participación en la producción mundial, esta tendencia aún se presenta a principios de la década de los noventa y en la actualidad este país ya ni siquiera figura entre los principales productores.

En contraposición, la reducción de la participación de Hawaii en el mercado mundial, fue incrementándose la de los países de Asia. Tailandia fue el país que empezó a incrementar su producción de pasar al inicio de esta década de 8.6% a 18% a finales de dicha década, con esto Tailandia desplazó

del primer lugar en la producción mundial a Hawaii, pasando desde entonces, a ser el continente en el que se concentra la mayor parte de la producción. Desde entonces el Continente Americano le sigue al Asiático con alrededor de la mitad de lo que aporta éste. La razón es sencilla, ya que los países Asiáticos son los que ocupan los primeros lugares en producción de este producto: Tailandia ocupa el primer lugar y Filipinas, India, China e Indonesia en el tercero, cuarto, quinto y séptimo lugar respectivamente.

Mientras tanto los principales productores del Continente Americano son Brasil con el segundo lugar en el ámbito mundial, Colombia, México y Estados Unidos en el octavo, noveno y décimo lugar respectivamente, algunos han mantenido su producción como es el caso de Brasil, mientras que México ha disminuido de manera significativa su producción, hecho que ha propiciado que otros países como Colombia, Costa Rica y Venezuela empiecen a destacar en la producción de este producto; así, Colombia producía menos que México y en 1992 empieza a tener mayor participación que México, mientras tanto los dos últimos países han tenido un crecimiento de manera acelerado a principio de los noventa, pero no con el peso suficiente como los asiáticos, como para que el continente americano sea nuevamente el que tenga la mayor producción de esta fruta tropical.

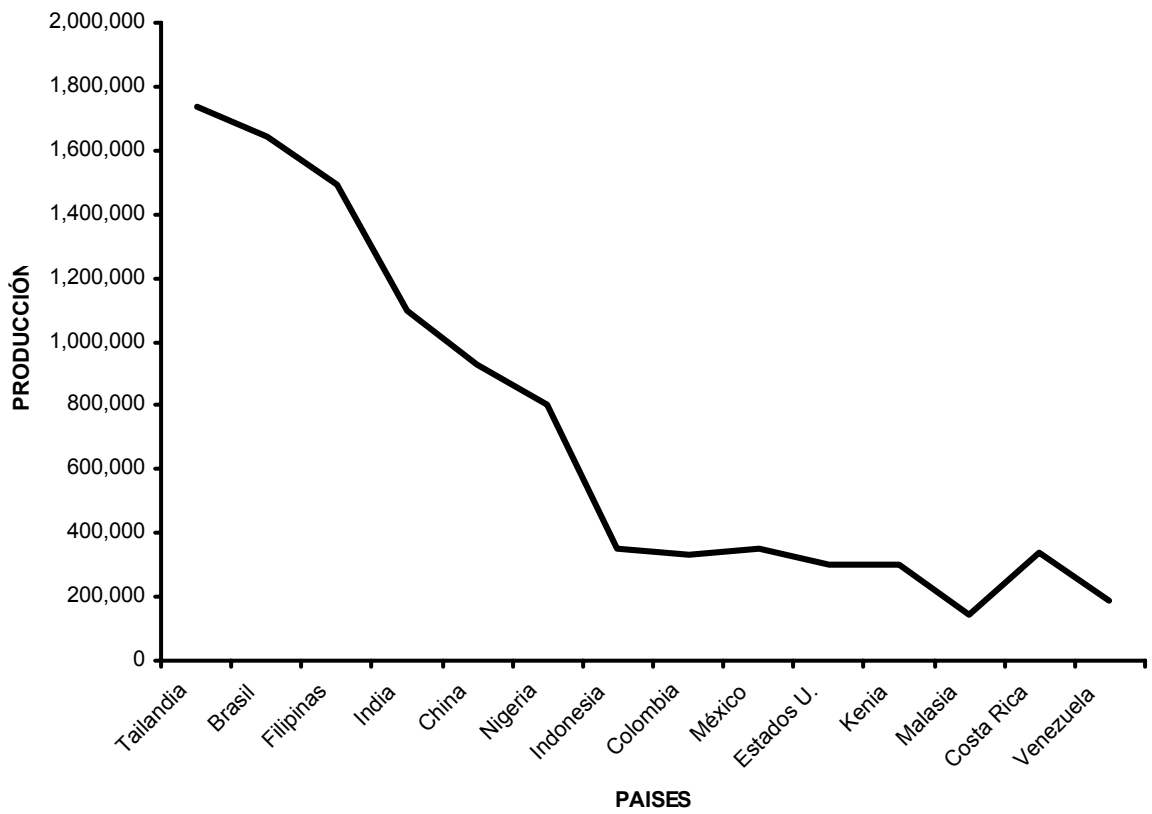
Lo cierto es que de 1988 a 1998, el comportamiento de la producción mundial de piña ha estado en crecimiento al pasar de 11,019,400 toneladas métricas en 1988 a 12,310,511 toneladas métricas en 1998, destacándose como principales productores a Tailandia, Brasil, Filipinas, India, Nigeria, Indonesia, Colombia, México, Estados Unidos, Kenia, Malasia, Costa Rica y Venezuela. Según datos agrícolas de la FAO (FAO, 1990-1998).

CUADRO 2. En el siguiente cuadro se muestra los principales países productores de 1992-1998 (Ton. Métricas).

PAIS	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Tailandia	2,180,000	2,589,000	2,370,000	2,087,710	1,986,700	2,083,390	1,734,030
Brasil	1,213,870	1,226,990	1,460,320	1,371,340	1,622,770	1,806,837	1,640,900
Filipinas	1,135,150	1,287,400	1,334,960	1,442,820	1,452,310	1,638,000	1,495,120
India	859,000	1,000,000	1,010,000	1,060,000	1,100,000	1,100,000	1,100,000
China	667,961	732,011	737,253	795,829	854,113	925,686	925,686
Nigeria	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000
Indon.	376,280	459,110	345,519	703,300	537,906	385,094	348,698
Colombia	346,723	381,346	378,210	387,000	329,300	330,000	330,000
México	264,147	212,402	228,580	281,180	301,407	391,491	350,000
E. U.	498,950	335,660	331,122	313,000	315,000	294,000	301,000
Kenia	270,000	270,000	270,000	270,000	270,000	290,000	300,000
Malasia	237,000	203,000	200,000	183,000	163,000	143,000	143,000
C. Rica	180,000	190,000	220,000	250,000	260,000	340,000	340,000
Venez.	82,815	133,236	161,225	163,034	175,745	189,453	189,453
Mundo	11,353,300	12,087,200	12,062,600	12,305,300	12,384,300	12,997,450	12,310,511

FUENTE: FAO Estadísticas agrícolas 1990-1998. Dirección en internet:
<http://apps.fao.org>

GRAFICA 1. Principales países productores de piña durante 1998.



FUENTE: Elaborada con datos del cuadro anterior.

Estados productores de piña

La producción de piña en México, se encuentra localizada principalmente en la llamada Cuenca del Papaloapan (región del bajo Papaloapan) que comprende parte de los estados de Veracruz y Oaxaca.

El anuario estadístico de la SAGAR indicaba en 1992, que el principal estado productor fue Veracruz, en donde se cosecharon 5,116 has. Con una producción de 170,000 toneladas de fruta.

El estado de Oaxaca es el segundo productor nacional en el cual en 1992 se cosecharon 1,105 has. Obteniendo una producción de 53,000 toneladas de fruta fresca.

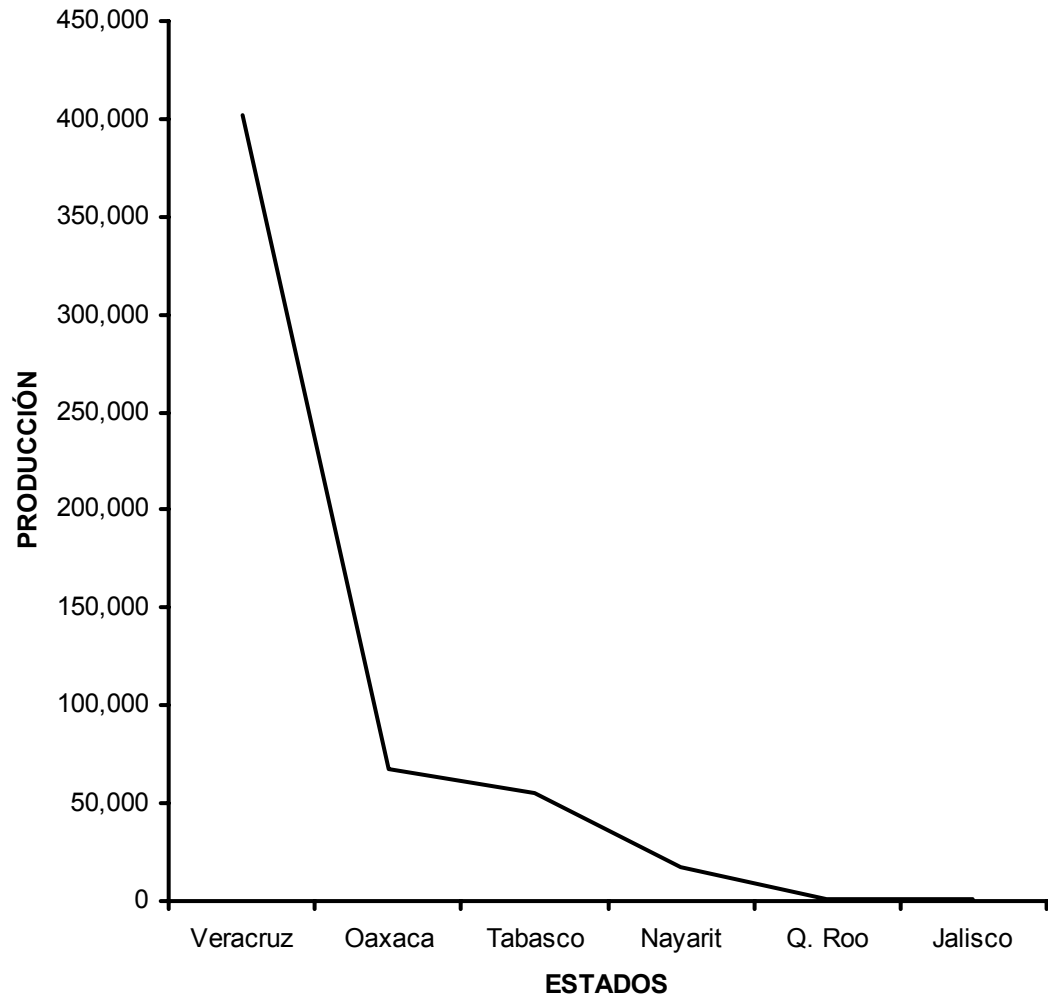
Para 1994 estos dos estados representaron el 92.5% de la superficie sembrada y el 96.6% de la producción obtenida, mientras que en 1995 bajo a sólo el 71% del total de la producción nacional obtenida, esto se explica por el incremento de la participación del estado de Tabasco, al pasar de 47,072 toneladas en 1994 a 70,500 toneladas en 1995. Otras entidades en las que se produce piña son: Jalisco, Quintana Roo, Guerrero y el Estado de México.

CUADRO 3. Principales estados productores de piña.

Estado	Años					
	1990	1991	1992	1994	1995	1996
Veracruz	334,800	204,073	169,636	96,477	116,905	401,500
Oaxaca	109,800	84,252	53,040	70,400	82,150	67,500
Tabasco	0	24,750	29,150	47,072	70,500	55,000
Nayarit	9,713	9,363	11,419	10,590	9,566	17,500
Q. Roo	315	454	122	2,100	86	1,500
Jalisco	40	339	7	1,890	1,710	1,100
Otros	0	45	120	48	293	0

FUENTE: Sistema producto piña en México, 1996. Datos de la SAGAR del anuario estadístico de la producción agrícola.

GRAFICA 2. Principales estados productores de piña en México durante 1996



FUENTE: Elaborada con datos del cuadro anterior.

TAXONOMIA

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 *Pitcairnia feliciana*, una planta nativa del oeste de África, todas las demás especies son originarias de América, específicamente del sur de este continente. La mayoría son xerófilas epífitas, por lo que pueden vivir sobre otras plantas, usando sus raíces como soportes; esto las hace altamente eficientes en el uso del agua. Pocos géneros de la familia viven directamente sobre el suelo, ya que la mayoría tienen la capacidad de desarrollar sus raíces y sobrevivir sobre las rocas, arena e incluso postes y cables de electricidad y teléfono.

Todos los tipos cultivados de piña pertenecen al género *Ananas* y en especial a la especie comestible *comosus*. Existen otras siete especies, cuyos frutos no son comestibles pero tienen gran importancia en programas de mejoramiento genético como fuente de germoplasma, o bien en la producción de plantas ornamentales.

Clasificación taxonómica de *Ananas comosus*:

Reino - Vegetal

Subreino - Embriobionta

División - Magnoliophyta

Clase - Monocotiledoneas

Orden - Liliales

Familia - Bromeliáceas

Genero - *Ananas*

Especie – *A. comosus*

BOTANICA

Sistema radical

Dos sistemas de raíces están comúnmente asociados con el crecimiento de la piña, las raíces del suelo y las axilares. El sistema de raíces del suelo, proviene de las raíces adventicias del tallo, tiene una extensión lateral de uno a dos metros y penetra a profundidades de más de 85 cm (Kraus, 1948); generalmente se extiende a una profundidad de 15 cm, algunas desarrollan hasta 30 cm y muy raramente a 60 cm (Williams, 1975). Arriba del suelo, las raíces axilares se desarrollan en las axilas de las hojas, probablemente como respuesta a la acumulación de agua en la base de las mismas por rocío, lluvia o excesiva irrigación. Cerca del nivel del suelo, las raíces axilares crecen dentro del suelo cuando las hojas más viejas mueren y declinan. Las raíces axilares que se inician a niveles más altos se alargan dentro de las hojas y se extienden varios centímetros alrededor del tallo (Bartholomew y Kadzimin, 1977).

Cuando las condiciones de suelo son desfavorables, su crecimiento se detiene y se produce una suberización de la cofia; cuando las condiciones se vuelven favorables, la cofia se desgarrá al ser presionada por los tejidos meristemáticos y se produce una nueva prolongación de la raíz con formación de una nueva cofia (Py, 1969).

Un vástago recién sembrado, inicia su enraizamiento 20 días después de su siembra, con alrededor de 40 raíces, en función del crecimiento de la parte aérea, hasta llegar alrededor de 130, poco antes de la etapa de floración. Estas llegan a tener un peso seco de hasta 120 gramos y entre todas ellas llegan a tener una longitud acumulada de hasta 400 metros. Existe una alta relación entre el volumen de las raíces y su longitud; más del 80% miden menos de 2 mm de diámetro. La planta absorbe la mayoría de agua y sales minerales a través de los pelos microscópicos desarrollados en los extremos de estas raicillas; por ello si son dañadas o muertas, afectan severamente la absorción

de agua y nutrimentos. Cuando las puntas de las raíces tienen un marcado color blanco, es un indicador de su desarrollo bajo buenas condiciones de humedad.

Tallo

El tallo tiende a ser relativamente corto y grueso (Collins, 1960); se tiene la forma de un mazo de consistencia carnosa y mide de 20 a 40 cm de longitud; en su base es angosto, de dos a cuatro centímetros y su ápice es ancho, de seis centímetros de diámetro aproximadamente, con entrenudos muy cortos de uno a 10 mm. Los meristemas producen de 70 a 80 hojas, a menos que la planta sea inducida a florecer prematuramente. Pesa en promedio 400 g pero en plantas bien desarrolladas puede pesar hasta 1 kg. (Krauss, 1948).

Entre las dos partes esenciales del tallo corteza y cilindro central por analogía con los tallos de las dicotiledóneas, se encuentra un tejido vascular muy delgado, producido por el meristemo, típico de los tallos de las bromeliáceas compuesto esencialmente de xilema y de una pequeña cantidad de floema separados por células de un tipo especial, este tejido vascular no es continuo; está perforado por aberturas que dan paso a los haces vasculares que sirven a las hojas, a su nivel nacen las raíces adventicias tan características de la piña, que se encuentran en toda la longitud del tallo llegando hasta menos de 1 cm (en distancia vertical) del meristemo terminal, salen ya parcialmente suberizadas de los entrenudos. La mayor parte de las que emergen sobre la mitad inferior del tallo se enrollan alrededor de este; únicamente las situadas en la proximidad del suelo penetran en él. El cilindro central consiste en una masa de células parenquimatosas con granos de almidón y rafidios, en las que se encuentran núcleos vasculares que se sitúan en el tallo siguiendo espiras y se anastomosan entre ellos para formar una red de gran complejidad (Krauss, 1948).

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 filotaxia de 5/13 (Krauss, 1948) o de 3/5 (Collins, 1960) en donde cada decimotercera hoja se localiza directamente sobre la hoja inicial al cabo de cinco vueltas alrededor del tallo (Bartholomew y Radzimin, 1977). Las hojas no se caen a medida que la planta crece y aquellas producidas después de la plantación retienen su clorofila y su turgencia por muchos meses. A la edad de 12 a 14 meses, la planta tiene de 60 a 80 hojas completamente desarrolladas, el espaciamiento entre ellas es muy corto y tienen una longitud máxima de aproximadamente 100 cm; son generalmente semirígidas, axialmente cóncavas y tienen un ángulo con respecto al eje de la planta de 90° en la base de la pata y 0° en la punta (Bartholomew y Kadzimin, 1977).

La forma de las hojas es variable, según su posición en la planta, y su edad, por lo que se clasifican en diferentes categorías, su conocimiento es importante ya que las hojas muestran el estado fisiológico de la planta durante el período en que su crecimiento es más activo y además sirven para estimar las necesidades de la planta y controlar su crecimiento y desarrollo.

Grupos de Hojas

Aquí se distinguen dos grandes grupos de hojas:

Primer grupo

Hojas completamente desarrolladas, las más viejas las cuales se caracterizan por un limbo lanceolado y un estrechamiento o cuello, justamente encima de su base de la que los bordes del limbo divergen claramente.

El primer grupo se divide en:

Hojas A. Hojas que en el momento de separar el retoño están ya totalmente desarrolladas.

Hojas B. Son las que en tal momento no han terminado aún su crecimiento. Estas se reconocen fácilmente por una zona de estrechamiento (que no puede confundirse con el cuello de la base), continuada por una zona más ancha bordeada de espinas en algunos centímetros, formación consiguiente a una reanudación del crecimiento, después de un período de alargamiento. La parte ensanchada corresponde al crecimiento de la hoja, posterior a la plantación.

Hojas C. Estas son las más producidas después de la implantación del retoño; la única restricción que presenta su limbo es la del cuello de la base o cuello basal.

Segundo Grupo

Hojas más jóvenes que presentan toda una gama en su desarrollo; la anchura de la base de las más viejas de este grupo, excede solamente un poco a la anchura mayor de la hoja, y en los otros casos es inferior. Por tanto no hay cuello y los bordes del limbo de su base, divergen ligeramente en las más viejas, mientras que en las más jóvenes, convergen.

El segundo grupo se divide en:

Hojas D. Son las hojas adultas más jóvenes, lo que equivale a decir que, llegada a esta fase, la hoja a terminado prácticamente su crecimiento, los bordes del limbo de su base son perpendiculares a la sección de la hoja una vez separada o ligeramente divergentes. En medio favorable, son las más largas de la planta.

Se ubican en la parte más ancha del tallo, aunque la cuerda de arco que imaginativamente podemos formar uniendo sus extremidades, forma ordinariamente un ángulo de 45° con el eje vertical del tallo. Su base esta formada por tejidos suculentos, frágiles y no clorofílicos.

Hojas E. Están fijadas sobre la espaldilla del tallo, tienen una forma lanceolada típica pero con una base en los bordes ligeramente convergentes cuya anchura no excede de la mayor del limbo. Los tejidos en la mayor parte de su longitud, son no clorofílicos.

Hojas F. Son las hojas jóvenes de la roseta, visibles exteriormente, su anchura máxima se sitúa entre el tercio y la mitad de su altura, los bordes del limbo de su base son claramente convergentes.

Con excepción de las más jóvenes, las hojas de la piña tienen la característica forma de canalón, lo que aumenta su rigidez y permite que la planta recogiendo en su base toda precipitación que se produzca, incluso un simple rocío.

Desde el punto de vista del manejo del cultivo lo más importante del conjunto de hojas en la planta de piña son las hojas "D". Este tipo de hojas son las más jóvenes fisiológicamente maduras y generalmente corresponden a las hojas más altas presentes en la planta, a partir del nivel del suelo. Son también las más largas presentes, después de los 8 a 12 meses de edad de la planta. Estas hojas se han usado como indicadoras del nivel nutricional de la planta y para evaluar el efecto del medio ambiente sobre su estado hídrico y de desarrollo. El peso de estas hojas están altamente correlacionadas con el peso de la planta entera (Bartholomew y Kadzimin, 1977).

Pedúnculo

Es una 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 (Okimoto, 1948).

Flor

La flor da origen a un fruto individual llamado baya, es hermafrodita del tipo trímera, es decir, con tres sépalos, tres pétalos, seis estambres situados en dos verticilos y un pistilo tricarpelar con ovario ínfero. Las flores están dispuestas en ocho espirales alrededor de un eje o corazón, que es una prolongación de los tejidos fibrosos del pedúnculo. El número de flores por espiral varía mucho y se considera un total de 100 a 200 flores por las ocho espirales que formaron el fruto compuesto. Son autoestériles, pero por polinización cruzada puede producir fecundación y formación de semillas (Okimoto, 1948).

El conjunto de la corola forma un tubo alargado ligeramente más ancho en su extremidad y en el centro del cual emergen los tres estigmas violeta pálido del estilo.

Tres glándulas nectaríferas desembocan por conductos diferentes en la base del estilo. Las flores son autoestériles, como es corriente en la mayoría de los cultivares, por lo que los óvulos no quedan formados, pero por polinización cruzada puede producirse fecundación y formación de pepitas redondas, pequeñas y muy duras.

La filotaxia en el momento de la formación de la inflorescencia es de 8/21; pero vuelve a encontrarse a la filotaxia 5/13 típica de las hojas en la formación de la corona.

Antes de la formación se han efectuado todas las divisiones celulares. Los posteriores aumentos de peso y volumen son únicamente la consecuencia de modificaciones de tamaño y de peso de las células.

La materia seca acumulada hasta la inducción floral determina un número potencial de frutillos cuya formación dependerá de las condiciones climáticas durante la actividad floral del meristemo terminal; el número de frutillos y la capacidad de la planta para movilizar sus reservas determinan su rendimiento (Malezieux, 1986).

Fruto

Este se forma por partenocarpia natural, es decir, sin la fecundación del óvulo. Después de la antesis, todas las piezas florales contribuyen a formar el fruto partenocárpico a excepción del estilo, los estambres y los pétalos, los cuales se marchitan (Okimoto, 1948; Py, 1969).

Botánicamente el fruto compuesto es una sorosis, constituido por el eje carnoso o corazón del que parten las flores que son concrecentes (que se fusionan entre si) durante el desarrollo del fruto. Las brácteas y los cálculos concrecen junto con el eje para constituir el conjunto comestible. En la parte exterior se localizan las cavidades de los ovarios protegidos por el cáliz que forman lo que se conoce como cáscara; en la parte superior del fruto se localiza la corona, la cual se desarrolla mientras dura la formación del fruto, y una vez formado éste entra en estado de letargo y solo reanuda su desarrollo cuando se planta (Py et al., 1984).

El fruto es muy rico en azúcares y vitaminas A, B y C; del mismo modo contiene bromelina que es una enzima parecida a la papaina que ayuda a digerir la carne. Se consume en estado fresco, aunque también se emplea para producir conservas, mermeladas y bebidas refrescantes.

CONDICIONES EDAFICAS

La piña puede crecer en un amplio rango de tipos de suelo; sin embargo, por tener un sistema radicular superficial y frágil, los suelos óptimos para su cultivo son los arenosos, arcillo-arenosos y los areno-arcillosos, ricos en materia orgánica y nitrógeno, y con un pH de 5.0 a 6.0. Debido a que las raíces prosperan más hacia los lados, la profundidad del suelo no es determinante e incluso puede ser solo de 30 cm.

La textura media satisfactoria corresponde a 70% de arena, 20% de limo, y 10% de arcilla. En los trópicos la piña se cultiva en suelos rojos o café rojizos-lateríticos.

La piña prospera en suelos donde otros cultivos pueden tener problemas, ya que se desarrollan favorablemente en un alto intervalo de acidez (5.0 a 6.0 e incluso menos) y en suelos de baja fertilidad.

Sin embargo, la piña, para compensar la poca fertilidad de los suelos ligeros, requiere de la aplicación de gran cantidad de fertilizantes.

La piña es muy sensible a los encharcamientos de agua, por lo cual la permeabilidad del suelo, que de hecho depende del movimiento del agua, es uno de los factores importantes para su cultivo. Los suelos arcillosos tienen la característica, de que durante las lluvias se llenan de agua, disminuye la aireación y en consecuencia, las raíces se asfixian; en la estación seca se

resquebrajan y las raíces se rompen. Igualmente los suelos limosos o limo-arcillosos que también tiene una prolongada fase de saturación de agua pueden ser perjudiciales al cultivo.

Así, en las regiones de alta precipitación el cultivo de piña se limita a los suelos cuyo contenido de arcilla es bajo (menor al 20%). Asimismo, las plantaciones deben establecerse en lomeríos y nunca en lugares planos, donde existen los encharcamientos, a menos que se realice un drenaje parcelario. De manera general se recomiendan terrenos planos u ondulados, con una pendiente de entre 2 y 12%.

CONDICIONES CLIMATICAS

Tomando en cuenta la zona de dispersión de la piña, muestra que el factor principal que limita su extensión es la temperatura, la planta no puede sobrevivir a las heladas y su crecimiento se retarda cuando más baja es la temperatura media. Por ello dicha zona apenas desborda la comprendida entre los Trópicos de Cáncer y Capricornio.

En la naturaleza es muy difícil dissociar la acción de los diferentes factores climáticos, en particular los de temperatura y luminosidad. No obstante, comparando los crecimientos de plantas de piña sometidas a condiciones climatológicas muy variables, se consigue determinar con cierta precisión la parte que corresponde a cada una de ellas.

Precipitación

La piña es poco exigente en agua debido a su morfología y capacidad de almacenar agua. La forma de las hojas ayuda a captar el agua de la lluvia y canalizarla a la base de la planta. Las necesidades de agua fluctúan de 2.8 a 3

mm de agua por día, por lo cual resulta importante una buena distribución de las lluvias (Sánchez, 1996).

Domínguez (1985), señala que los rangos óptimos de precipitación para este cultivo son de 1,000 a 1,500 mm por año. Además indica que la planta muestra una marcada habilidad para crecer y producir debajo de este óptimo de precipitación y en zonas donde las lluvias ocurren en una parte del año.

Las etapas críticas de la piña son el arraigo del hijuelo al terreno (plantación), la floración y fructificación, en las cuales deben mantenerse capacidades de campo de 70 a 80%.

La piña es muy resistente a la sequía. Se ha detectado que alrededor del 7% del agua absorbida es retenida en los tejidos, mientras que la mayoría de las especies vegetales solo retienen el 0.5%. Para formar un kilogramo de materia seca, comúnmente, una planta cualquiera requiere 300 litros de mientras que la piña sólo requiere 30 litros.

Los efectos del déficit de agua en el crecimiento de la planta son los siguientes: disminución del crecimiento de la planta, amarillamiento, pérdida de turgencia, enrojecimiento de las hojas y el borde del limbo se enrolla. En casos extremos (4 a 5 meses de sequía) se llega a un secado total de la planta, debilitamiento del sistema radical, y por consiguiente la muerte de las plantas.

Una deficiencia hídrica entre el comienzo de la diferenciación de la inflorescencia y el de la formación del fruto (periodo que comprende toda la floración), puede influir muy considerablemente sobre el rendimiento. Se atribuye, por otra parte, a variaciones bruscas del grado de humedad de la atmósfera en el momento de la floración, lo que provoca grietas en las paredes de las cavidades florales, por donde penetran ciertas bacterias que atacan al fruto.

Atendiendo a los puntos de vista, calidad y estado sanitario del fruto, interesa que en las últimas semanas de la formación del mismo transcurran con tiempo seco, siempre con la condición de que la temperatura no sea demasiado alta. Pero no conviene tampoco que esta disminución del aprovisionamiento de agua a la planta sea demasiado brusco, porque podría producirse un accidente fisiológico conocido como “agrietamiento”, que se manifiesta por la aparición de hendiduras entre las bayas de la base del fruto.

Para evitar las deficiencias de agua se opta por situar las plantaciones en depresiones donde el manto friático es constantemente alto, o bien en zonas donde la precipitación de los meses más secos llegan a cubrir las necesidades de la planta.

Por otra parte las plantas que sufren excesos de agua en períodos lluviosos son más sensibles a la sequía, cuando esta se presenta, debido al deficiente sistema radical. Los excesos de agua producen efectos dañinos como la asfixia de raíces, lo que se traduce en un atraso en el crecimiento vegetativo ya que las raíces son incapaces de absorber los nutrimentos en la solución del suelo. La planta reacciona emitiendo nuevas raíces; pero si el exceso de agua se prolonga, también se debilitan.

Las altas precipitaciones generan también una alta humedad, que propicia condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades fungosas.

Temperatura

La piña es básicamente una especie de zonas tropicales y subtropicales. Examinando su zona de dispersión se observa que el factor principal que limita su extensión es la temperatura. La planta no puede sobrevivir y su crecimiento se retarda tanto más cuando más baja es la temperatura media.

La temperatura es el factor climático que determina la proporción de crecimiento de las diferentes partes de la planta y por tanto su desarrollo. El crecimiento es más lento y el ciclo de la planta se alarga con la lejanía del ecuador, o bien en una latitud dada, el ciclo se alarga con la altitud.

Las plantas que crecen en zonas cálidas y húmedas (regiones bajas cercanas al ecuador) se caracterizan por un desarrollo foliar importante que llega incluso a exuberante, las hojas son muchas a menudo blandas; bulbillos escasos; pocas anomalías o degeneraciones genéticas; bayas blandas; pulpa coloreada y muy azucarada; poca acidez; corona muy luminosa, blanca y muy sensible a la podredumbre.

La piña de zonas con temperaturas más bajas es menos desarrollada, tiene hojas estrechas, rígida, más cortas que en el primer caso, corona firme y de pequeñas dimensiones, bulbillos numerosos, pulpa escasa, opaca y menos coloreada, posee una fuerte acidez y su contenido de azúcar es menor, mientras que la epidermis es más gruesa. A menos de 16° se adelanta la diferenciación floral.

Los climas de los subtrópicos o de altitudes elevadas retardan el crecimiento y reducen el rendimiento. En el sur de Brasil la fruta madura a los dos años, mientras que cerca del Ecuador al norte de Brasil, se cosecha el fruto un año después de efectuada la plantación (Py, 1969).

A medida que la temperatura decrece, en función de la época del año, se incrementa el número de semanas necesarias para la maduración.

Las temperaturas óptimas para el cultivo de la piña durante el día y la noche son de 30 y 20°C respectivamente. Así, la temperatura óptima para el crecimiento de las raíces es de 29°C, y para la hoja es de 32°C.

Las fluctuaciones de temperatura pueden causar deformaciones del fruto, y trastornos fisiológicos, así como las altas temperaturas pueden promover la incidencia de plagas y enfermedades y producir golpes de sol a los frutos.

Condiciones heliofísicas

La luminosidad tiene una acción marcada en el crecimiento vegetativo, rendimiento, calidad y coloración del fruto.

La luminosidad influye de manera importante en el rendimiento; a través de algunos estudios se sabe que la disminución de la intensidad luminosa provoca bajos rendimientos, ya que está relacionada con la síntesis de hidratos de carbono en las hojas y con la utilización del nitrógeno por la planta. Se ha observado que una disminución de la intensidad luminosa en un 20% puede provocar bajas de un 10% en los rendimientos. Asimismo, la luminosidad influye en la coloración de la epidermis; a mayor intensidad luminosa la epidermis de la piña es más brillante y más agradable al consumidor. Este factor, combinado con una temperatura óptima, produce una epidermis atractiva, hermosa de tonos rojos pronunciados.

Por otra parte, una alta intensidad luminosa, la cual es común en las regiones piñeras, puede provocar quemaduras en los frutos de piña (Sánchez, 1996).

La iluminación influye además notablemente en la coloración del fruto, en los lugares de luminosidad débil, el fruto queda “apagado”, sometido a una iluminación normal, presenta un aspecto “brillante”, que es muy deseado cuando el fruto se destina a ser vendido fresco.

Fotoperíodo

La duración del día ejerce también una acción determinante sobre la piña, pues regula en gran parte la duración de su ciclo. Así, se considera importante en la floración, ya que la piña tiende a florecer en forma natural en los días cortos (noviembre a enero), así como en las épocas con días nublados o con poco sol.

El efecto del Fotoperíodo sobre la piña varía según el cultivar, pero, en general en el caso de la variedad Cayena Lisa, es sensible a los días cortos. De manera general se consideran 5 horas luz diarias como un Fotoperíodo óptimo para este cultivo (1,825 horas luz al año).

Las plantas que han llegado a un nivel de crecimiento suficiente, en los países del hemisferio norte, cuando los días son más cortos (y con frecuencia más fríos) inicia la floración. La floración que se produce entre enero y marzo, es el origen de la recolección que habrá de efectuarse entre los meses de junio y agosto.

Se distinguen tres períodos de diferenciación floral en forma natural, de acuerdo con la intensidad y cantidad de luz solar: el primero es de noviembre a enero y corresponde a días cortos, con bastante nublado y bajas temperaturas; el segundo, es de julio a septiembre y se caracteriza por una baja luminosidad y temperaturas medias; el tercero, comprende el paso de la estación seca y calurosa a la estación lluviosa, y se sitúa a mediados de mayo. En esta última época el porcentaje de floración es muy bajo y pasa inadvertido. Los dos primeros períodos son los más importantes, por lo cual debe cuidarse la plantación para evitar estas floraciones, ya que no son uniformes (Domínguez, 1985)

Viento

La planta presenta poca resistencia al viento, ya que el tallo de una planta de piña, con un fruto que pese de 1800 a 2200 gr o más en su ápice, y raíces débiles en su base, puede ser fácilmente doblado por el viento.

Un largo periodo ventoso ejerce una marcada influencia sobre el desarrollo de la planta, incluso cuando la fuerza del viento es moderada y puede ocasionar una disminución de su talla en un 25% en comparación con las plantas sometidas a iguales temperaturas y luminosidad; pero protegidas del viento. Dentro de una distancia de 8 kilómetros del océano, este daño puede deberse a sales, especialmente cloruros, llevados como aspersion por el viento. Una necrosis de la punta de la hoja, observadas algunas veces, se debe a esta causa. Debe evitarse la plantación de piñas en laderas expuestas a vientos fuertes (Nigthingale, 1942).

FERTILIZACIÓN

La piña es un cultivo que para su crecimiento y desarrollo requieren de una gran cantidad de nutrimentos. Cuando no se aplican, tanto la planta como el fruto presentan problemas de peso, forma y calidad. En las regiones productoras de piña, existe por lo regular aplican fuertes dosis de fertilizantes nitrogenados (exclusivamente urea y sulfato de amonio), durante los primeros doce meses de desarrollo de la planta, es decir, hasta el momento del forzamiento de la floración, después del cual se aplican fórmulas completas para lograr una calidad aceptable de la fruta. Esta práctica se hace con la finalidad de lograr un crecimiento rápido de la planta y al mismo tiempo aumentar el tamaño de la fruta, que se consigue en la mayoría de los casos.

El equilibrio nutritivo es muy importante, ya que existen interacciones y antagonismos entre los nutrientes principales de la planta: nitrógeno, fósforo y potasio. Cuando se fertiliza exclusivamente a base de uno ellos, se agudizan las deficiencias de los otros, sobre todo entre el nitrógeno y el potasio que son los elementos que más respuesta obtienen de la piña. El fósforo no manifiesta

resultados en la piña al ser aplicado en dosis crecientes, por lo que podemos decir que no son muy grandes las exigencias de las plantas de este elemento.

Nitrógeno

El nitrógeno es el elemento que la planta requiere en mayores cantidades (Py, 1969). Este elemento nutritivo es el que más actúa sobre el crecimiento, pues es el que acelera el ritmo de iniciación de las hojas y su crecimiento. El número de frutos individuales (ojos o bayas) está ligado al número de hojas producidas durante el último mes que precede a la iniciación de la flor (Lacoeuilhe, 1975), donde la velocidad de crecimiento en este momento es fundamental para el rendimiento y depende esencialmente de la nutrición nitrogenada (Lacoeuilhe, 1978).

Deficiencias de este elemento ocasionan crecimiento lento de la planta, frutos raquíuticos (Py, 1969) y alta acidez (Marshal et al., 1981); por el contrario, la aplicación desmedida de nitrógeno causa dificultad para tener éxito en la inducción floral y la acidez y extracto seco del fruto disminuyen (Mánica et al., 1984).

Después de la inducción floral las aplicaciones de nitrógeno raramente mejoran el peso del fruto; esto debe considerarse solo en el caso de que el estado nutritivo de las plantas sea verdaderamente insuficiente. Si las condiciones climáticas, son favorables, se arriesga el producir un avance de la madurez interna de los frutos en relación con su madurez externa (enfermedad amarillamiento) (Lacoeuilhe, 1978); también al aplicar este elemento después de la floración aunque aumente ligeramente el tamaño del fruto, se alarga el pedúnculo fructífero con lo que aumenta el riesgo de la caída del fruto (Py, 1969).

En relación con el ritmo de absorción por la planta, solo el 10% del total de nitrógeno es absorbido durante los primeros seis meses de edad (Albrigo,

1966); de los seis meses hasta la inducción floral se acelera la absorción y después disminuye (Lacoeuilhe, 1978). La concentración de nitrógeno foliar se incrementa significativamente de acuerdo con la dosis de nitrógeno aplicada (Gala y Garcia, 1981).

Las condiciones climáticas también influyen: generalmente la concentración de nitrógeno disminuye cuando las precipitaciones son escasas y las temperaturas son bajas (Treto, 1981). Con aspersiones foliares, la tasa de absorción de nitrógeno es más elevada que con aplicaciones sólidas (Marshall y Pinon, 1980).

El contenido de nitrógeno en la hoja "D" debe permanecer superior al 1% en relación a la materia seca, pues es indispensable que el crecimiento sea provisto de las aportaciones del elemento y que procedan según las necesidades de las plantas (Py et al., 1984).

Potasio

Es el segundo elemento en importancia y que tiene relación directa con la asimilación y síntesis de proteínas (Py, 1969); hasta ciertos niveles aumenta el rendimiento y calidad de la fruta (Sideris y Young, 1945); en particular la pulpa es más firme, más ácida, de mayor rendimiento en rebanadas y de buen color; así mismo eleva las cantidades de azúcar y mejora las características organolépticas del fruto; también aumenta la resistencia mecánica del pedúnculo (Nightingale, 1942). Regula la absorción y reducción de los nitratos, el transporte de agua y además controla la transpiración, de manera que plantas con deficiencias de potasio, tienen menor resistencia a sequía. Desempeña también una importante función en la transformación de los azúcares reductores a sacarosa y almidón (Tay, 1972).

Las aplicaciones de este elemento son más importantes antes de la inducción floral que después, por que disminuyen ventajosamente los riesgos

de "tostado interno", enfermedad fisiológica de la frutos transportados bajo refrigeración (Teiison, 1979). Aplicaciones suplementarias de este elemento pueden ser útiles para obtener una acidez suficiente en los frutos, además de aumentar el crecimiento de los hijuelos (Py et al., 1984).

La absorción del potasio es de solo durante los primeros seis meses de edad (Albrigo, 1966); de los seis meses en adelante aumenta gradualmente y su absorción se acelera después de la inducción floral, inclusive más activamente que la del nitrógeno (Py et al., 1984). Durante la fructificación el potasio es redistribuido a partir de las hojas, principalmente, y su absorción se realiza más lentamente.

La aplicación de fertilizantes potásicos incrementa los índices de crecimiento de la hoja "D" y existen diferencias entre dosis empleadas (Garcia, 1981); además el peso de esta hoja esta relacionada con el contenido potásico y a menor contenido al inicio del cultivo más notable es la acción del fertilizante (Tewes y Cruneberg, 1968).

En cuanto al contenido de potasio en la hoja "D", éste es mayor en los períodos en que el suelo presenta mayor humedad y las temperaturas ambientales son más elevadas; cuando la planta es adulta, puede mantener concentraciones altas de este elemento aún en condiciones de baja precipitación (Treto, 1981), aunque en general la concentración disminuye con la edad y tamaño de la planta (Sanford, 1962); las concentraciones también varían con la densidad de población, con valores de 2.05% para densidades bajas y 3.49% para densidades altas (Mustaffa, 1988), asimismo las dosis altas de fertilización con potasio presentan contenidos mayores de este elemento en las hojas (Eligio, 1978).

Las plantas con deficiencia de este elemento son raquílicas, amarillentas y de porte abierto. Sus hojas son cortas y angostas con pequeñas puntuaciones

amarillas que se multiplican, crecen y se extienden a toda la hoja, hasta formar manchas grandes, las cuales frecuentemente tienen forma de bandas laterales, granuladas al tacto y con desecamiento de las puntas en las hojas más viejas

Fósforo

Es importante para el metabolismo de la planta, para la constitución de los ácidos nucleicos y la transferencia de energía, de particular relevancia al momento de la floración (Py, 1969). Es raro encontrar deficiencias, probablemente a una simbiosis con micorrizas (Mourichón, 1981) y cuando existen ocurre en suelos muy ácidos en los que el fósforo la mayoría de las veces no es aprovechable (Py et al, 1984).

En cuanto al contenido en la hoja "D", se observa una mayor concentración en los meses de menor precipitación y una disminución en los meses calurosos y de lluvias abundantes (Treto, 1981). También varía con la densidad de plantación, con concentraciones de 0.15% para 33,000 plantas por hectáreas y 0.09% en 53,000 (Mustaffa, 1988); asimismo la concentración disminuye cuando la dosis de nitrógeno y potasio aumentan (Angeles et al., 1990).

En los programas de fertilización se debe tomar en cuenta el crecimiento de las plantas y aportar los elementos en cantidades crecientes de acuerdo al desarrollo, hasta la inducción floral (Py et al, 1984).

La deficiencia de este elemento se manifiesta cuando las hojas adquieren un color verde azulado, son largas, angostas y sus ápices se desecan, empezando por las hojas más viejas. El área afectada es delimitada por una banda transversal de color café pardusco. El porte de la planta es erecto, sus raíces son fibrosas, más largas, rojizas y poco ramificadas; su fruto es pequeño de coloración rojiza. La deficiencia de este elemento se acentúa

cuando hay aportaciones abundantes de nitrógeno; también puede ser del resultado de la acidez del suelo, debido de que en la mayoría de estos casos, el fósforo no esta disponible en la planta; la falta de humedad reduce su absorción.

Magnesio

La planta muestra un porte normal; sin embargo, sus hojas presentan una clorosis ligera, principalmente las más expuestas a la insolación. Estas exhiben manchas de color amarillo que evolucionan a color café y se diseminan en toda la hoja, pudiendo acentuarse en el borde de las mismas.

Dosis por planta

Según la densidad de plantas utilizadas, se requieren durante el ciclo de cultivo, de 12 a 18 gramos de nitrógeno por planta; de 4 a 5 gramos de fósforo; de 12 a 18 gramos de potasio; y de 2 a 4 gramos de magnesio. Estos nutrimentos se distribuyen en cinco o cuatro 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 unidad de superficie.

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

Por ello, para definir 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) corresponden a la densidad de 30,000 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 80,000 plantas por hectárea.

CUADRO 4. Dosis de NPKMg en gramos por planta por ciclo de acuerdo con la densidad de plantación utilizada.

Densidad (plantas/ha)	Grs de elemento/ planta por ciclo de acuerdo con su dens.			
	Nitrógeno	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)	(MgO)
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: INIFAP-SAGAR, 1998.

GRUPOS Y VARIEDADES

GRUPOS

Los grupos más utilizados en el ámbito mundial son:

Grupo Cayena

Unico grupo del que puede decirse que es bien conocido y al mismo tiempo el más diseminado en el mundo.

Las hojas de este grupo en forma general son inermes, si se exceptúan algunas espinas en la extremidad, color verde oscuro con manchas pardo rojizas; anchas (6.5 cm como máximo), moderadamente largas (80 a 100 cm) y de 60 a 80 en número.

Por término medio se suelen contar unas ciento cincuenta flores, con pétalos azul pálido tirando a púrpura.

El fruto es cilíndrico, con bayas planas de 2.5 cm de diámetro. Su color es naranja rojizo al llegar a la madurez y ligeramente protuberantes en su centro.

Pulpa o carne, cuyo tono varía del amarillo pálido al amarillo dorado, el contenido de azúcar es alto. El peso promedio del fruto es aproximadamente de 2 kilogramos. Posee normalmente una corona y el número de retoños varia de 0 a 10.

Grupo Queen

El tipo Queen clásico se caracteriza por un desarrollo vegetativo inferior al Grupo Cayena; tiene las hojas cortas, fuertemente espinosas, de un verde menos definido que el grupo anterior, con extremidades rojizas y flores de color lila.

Los frutos situados en la cima de un pedúnculo corto (7 a 12 cm) son de un peso medio escaso, menos de 1,300 gr normalmente.

Las bayas muy características en los cultivares de este grupo, son de tamaño pequeño y claramente prominentes, el vaso o espacio más profundo, (lo que obliga a inutilizar un mayor espesor de pulpa al fabricar las conservas, para que las rodajas salgan regulares).

En su madurez, el fruto es dorado, la pulpa más coloreada que la de la Cayena, con menos contenido en extracto seco y acidez, pero más firme (menos jugosa) y con aroma más pronunciado.

Los bulbillos y brotes del tallo, así como la corona, están mucho menos desarrollados que el de la Cayena.

Grupo Español

Se caracteriza por sus largas hojas (1.20 m por lo general), estrechas y corrientemente espinosas, verde oscuro con una banda central roja cobriza típica. En este grupo existe ciertamente una gran variedad, pues mientras algunos tipos son inermes o lo son en parte, otros son completamente espinosos y algunos semiespinosos únicamente.

El fruto, con forma de manzana muy grande (es casi de igual diámetro que altura), posee bayas planas muy grandes y frecuentemente irregulares, menos numerosas que las del Grupo Cayena. El peso medio de este fruto suele ser de unos 1,500 grs. Su gruesa piel toma un tono rojo anaranjado cuando el fruto está maduro.

El pedúnculo es de 20 a 25 cm de largo y el diámetro relativamente pequeño, por lo que difícilmente soporta al fruto cuando está maduro, la pulpa es de amarillo pálido, es muy fibrosa y tiene un sabor pimienta que le es característico. El vaso o espacio vacío es, al igual que los cultivares del grupo anterior, pero más profundo que el Cayena, lo que ocasiona una merma más importante en la fabricación de la conserva.

Alrededor de una corona central bien desarrollada se comprueba con frecuencia la presencia de otras varias de pequeñas dimensiones. Se ven numerosos bulbillos situados en la parte superior del pedúnculo (de dos a ocho

por lo común 9), los brotes del tallo (dos a tres en general) son vigorosos y muy alargados.

La segunda recolección e incluso la tercera, son a menudo superior a la primera.

Grupo Acabaxi

La planta es de porte muy erecto, con largas hojas bordeadas de pequeñas espinas inclinadas pero no recurvadas. Por encima de la zona no clorofílica, las hojas toman un matiz rosa-purpúreo, coloración que se difumina y se circunscribe a una banda central a medida que la observación se aleja de la base de aquellas (lo que da al corazón de la roseta una coloración verdaderamente típica).

El pedúnculo largo (pasa por lo regular de los 40 cm) y se mantiene bien erecto.

El fruto es piramidal, las bayas son pequeñas, ligeramente salientes en su centro, pesa aproximadamente 1,500 grs, y solo se colorea muy escasamente cuando llega a la madurez (se debe recolectar cuando el centro de las bayas de su base pierde el tono verdoso).

La carne es blanquecina, el corazón pequeño y el vaso o espacio vacío poco profundo.

El fruto, si su recolección se practica en su punto óptimo de madurez, es de excelente calidad, pero debido a la forma y coloración de su pulpa, se presta poco para la fabricación de rodajas en conserva; por su fragilidad y coloración de su piel tampoco es adecuada para exportación como fruta fresca. Su cultivo se encamina especialmente al aprovisionamiento de los mercados locales.

Posee numerosos bulbillos muy lanceolados, agrupados en la cima del pedúnculo los cuales ocultan prácticamente al fruto cuando este ha llegado al término de su desarrollo. Los brotes del tallo, dos o tres en número son muy vigorosos.

VARIEDADES

Las variedades que más se cultivan en México son las siguientes:

Española Roja

Tiene alto contenido de azúcar, pero no reúne las condiciones para su comercialización, teniendo cada vez menor demanda.

Cabezona

Es de color blanco y sumamente aromática, característica que la hace apropiada para la industria refresquera.

Esmeralda

Es de sabor exquisito y atractivo color, pero poco resistente a las maniobras comerciales. Se considera de buenas características para el consumo, pero difícil para su traslado lo que hace desecharla para fines de exportación.

Cayena Lisa y La Champaka

Estas 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 a la densidad de plantación utilizada y manejo del cultivo.

Actualmente y con gran éxito en el ámbito comercial, el híbrido MD-2, está siendo explotado por una de las principales compañías estadounidenses transnacionales; su pulpa es firme, amarillo naranja con un sabor diferente al Cayena Lisa tradicional, la forma de la fruta es completamente cilíndrica de hombros bien formados. Bajo las condiciones actuales de mercado internacional, esta fruta alcanza mayor precio.

Cuadro No. 5. Las variedades más cultivadas en el mundo.

GRUPO	VARIEDAD	AREA
Cayena	Cayena Lisa	Todo el mundo
	Despointe	Martinica
	Bordaz	Martinica
	Guadalupe	Isla Guadalupe
	Baronessa de Rothschild	Guinea
Champaka	Todo el mundo	
Queen	Queen	Guinea
	Conde de París	Africa del Sur
	Natal Queen	Australia
Español	Española Roja	Cuba, Puerto Rico, México
	Singapore Spanish	Malasia
	Green selangor	Malasia
Abacaxi	Sugar Loaf	Brasil
	Pernambuco	Brasil
	Eleuthera	Costa de Marfil
Otros	Cabezona	Puerto Rico, México
	Amarella	Brasil
	Perolera	Centro América
	Monte Lirio	Centro América
	Esmeralda	México

PREPARACIÓN DEL TERRENO

Los objetivos de la preparación del terreno son: obtener una buena cama de siembra, incorporar los residuos de la cosecha anterior (y estiércol en caso de que el ganado haya pastado en el acahual del cultivo anterior o sobre una pradera), y realizar algunas prácticas para la conservación del suelo.

La preparación del terreno reviste gran importancia para esta planta, cuyo sistema radicular es frágil y superficial en una gran parte, esponjando al menos hasta unos 25 cm de profundidad, lo que asegura una buena y homogénea permeabilidad.

El INIFAP (1998) recomienda la siguiente secuencia de labores: chapeo, incorporación de residuos de cosecha, barbecho, rastreo, nivelación y drenaje.

Chapeo

Este es necesario para destruir los residuos del cultivo anterior. Para que estos puedan quemarse o incorporarse con mayor facilidad, debe procurarse que la trituración sea lo más fina posible. Se recomienda quemar sólo cuando se hayan tenido problemas con plagas y enfermedades en el ciclo anterior, ya que el cultivo piña produce una gran cantidad de biomasa, que con los avances de la agroecología y la biotecnología, podrían utilizarse para mejorar las características del suelo, máxime si consideramos que los bajísimos niveles de materia orgánica limitan su productividad.

Varios pasos de rastra pesada contribuyen a desmenuzar aún más los residuos.

Incorporación de residuos de cosecha

La incorporación no resulta tan fácil debido a lo fibroso de la hoja y a lo duro del tallo. Se requiere de una buena trituración durante el chapeo y de un

proceso de descomposición en el que actúan diversos microorganismos. Algunos productores chapean y de inmediato hacen la incorporación a través del barbecho; otros dejan reposar los residuos durante uno o dos meses bajo la acción de las lluvias, con el fin de que se de cierta descomposición del material para después incorporarlo.

La articulación del cultivo piña con la ganadería para el aprovechamiento de los residuos de la cosecha, constituye la opción más adecuada para tener una agricultura más sostenible y una buena productividad de la tierra. Al alimentarse el ganado con los residuos de cosecha, contribuye a la descomposición del material celulósico y al mejoramiento de la fertilidad del suelo mediante la orinas y excretas, con las cuales se aporta nutrientes, materia en descomposición y microorganismos; estos últimos desempeñan un papel importante en la descomposición (Sánchez, 1996)

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 mejora 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 rejas o vertedera es mejor que el de disco.

Rastreo

Consiste en romper y desmoronar los terrones 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 cm de profundidad. Puede dejarse un tiempo

razonable entre rastreos, para que la maleza germine y se destruya por lo menos una generación de esta con el rastreo posterior.

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 funcionan como drenes, con la profundidad y pendiente estrictamente necesaria para eliminar los excesos, sin desecar demasiado el terreno causar erosión.

Una variante para prepara el suelo consiste en dar dos o tres pasos de rastra pesada y posteriormente un barbecho con arado de reja. Esto deja listo el terreno para la plantación, sustituye a la preparación convencional con arado de discos y permite una mejor cama de siembra en terrenos con alto contenido de arena.

PROPAGACIÓN

La propagación de la piña es asexual y para su establecimiento se utilizan los brotes vegetativos que la misma planta emite.

Tipos de material de propagación:

Corona

Se localiza en la parte superior del fruto y es de hecho el meristemo apical de la planta. Como 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.

La época de plantación es desde marzo hasta mediados de junio. Las coronas que se plantan antes del mes de marzo presentan irregularidad en su crecimiento, debido a lo errático de las lluvias de enero y febrero que provocan áreas de mayor humedad y otras de menor, debido a la topografía del terreno y a la distribución irregular de la materia orgánica en el suelo. Por lo anterior en algunas áreas la corona comienza a emitir raíces y a desarrollarse inmediatamente después de plantada, en comparación con las coronas plantadas con menor humedad, que probablemente no desarrolle raíces en esta época, ni durante la sequía que se presenta inmediatamente después, sino que lo hace hasta que se presenten lluvias regulares en el mes de junio, teniendo una diferencia de hasta tres meses en el desarrollo y crecimiento entre unas plantas y otras (cepeda, 1987).

Gallos

Se desarrollan a partir de las 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 de manera natural o inducida durante los meses de noviembre, diciembre y enero.

La mejor época de plantación de este material es a partir del mes de junio, cuando empieza la temporada de lluvias, hasta el mes de octubre. En noviembre, si se deja este material en la planta madre, alcanza un desarrollo que no es muy recomendable para plantar, por lo que se hace necesario cosecharlo cuando tiene el tamaño conveniente y almacenarlo. El ciclo natural vegetativo para el desarrollo total es de 22 meses.

Clavos

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

Estos vástagos se dejan para producir la “soca” o “acahual”. Este hijo tiene un ciclo vegetativo en la planta de 12 meses en forma natural.

Manejo del material de propagación:

Manejo de Coronas

Se deben colocar durante tres días en el suelo con la raíz hacia el sol, al cabo de este tiempo se seleccionan las de tamaño mediano a grande y se les aplica un fungicida para evitar la pudrición de la raíz. La corona debe tratarse un mes antes de la siembra.

Manejo de gallos y clavos

El corte se realiza en junio y se va acomodando encima de la mata con la raíz hacia el sol, lo cual permitirá la cicatrización de la herida. Se requiere un mínimo de tres días de asoleado. Después se procede a la selección, eliminando los hijos más pequeños.

DENSIDAD DE PLANTACIÓN Y METODOS DE PLANTACIÓN

DENSIDAD DE PLANTACIÓN

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 lluvias, pendiente y tipo de suelo de cada localidad. Cabe señalar que en densidades mayores a 45000 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 cantidad de agua que las 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 suelos 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.

Cuadro 6. Densidades, sistemas y distancias de plantación para el cultivo de piña

Densidad (Plantas/ha)	Sistema de Plantación	Amplitud De La Calle (cm)		Distancia Entre Plantas
		Ancha	Angosta	
30,000	Hilera sen.	80	55	41
	Hilera doble	90	55	45
35,000	Hilera doble	90	55	39
40,000	Hilera doble	90	45	34
	Hilera doble	80	50	40
45,000	Hilera doble	90	45	32
	Hilera doble	80	45	35
50,000	Hilera doble	80	45	32
55,000	Hilera doble	80	45	29
60,000	Hilera doble	80	45	27
65,000	Hilera doble	80	45	25
70000	Hilera doble	80	45	23
80000	Hilera doble	60	40	25

FUENTE: INIFAP-SAGAR, 1998

PLANTACIÓN

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.

La plantación de hijuelos normalmente se inicia a mediados de junio y se prolonga hasta mediados de octubre, porque durante este periodo existe suficiente precipitación para favorecer el prendimiento, así como el buen desarrollo de raíces y el crecimiento en general.

Para la plantación el material vegetativo se distribuye previamente en las orillas de las tablas , se transporta por medio de hamacas de yute para colocarlos a lo largo de las hileras de donde es tomado y plantado. La plantación propiamente dicha, consiste en colocar la planta en el hoyo y apisonarle tierra alrededor, razón por lo cual algunas plantas quedan mal acomodadas y por efecto del viento se ladean, por lo que hay necesidad de efectuar una resiembra, esta resiembra se hace al mes de la plantación para evitar el desarrollo disparejo de la plantación y evitar problemas en la respuesta a la carburación.

Trazado y marcado de las tablas

Consiste en medir y balizar cada tabla de aproximadamente una hectárea de superficie, el largo de las hileras es de 100 m, a menos que exista algún accidente topográfico que lo impida, este largo está determinado por la forma de la cosecha que en este caso es manual, y los trabajadores no pueden caminar cargados con 60 kg de piña más de 50 m, hacia cada lado. Se procura que el ancho de las tablas sea también de 100 m sin embargo, este puede ser

mayor. Entre cada tabla se deben dejar 4 m libres que servirán de calle para el paso de los vehículos.

Métodos de plantación:

Ahoyado

Para este sistema se tienen tres alternativas: el espeque, cuyo funcionamiento es más eficiente bajo buenas condiciones de preparación del terreno 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 (25 a 30 cm). 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 las bases de las plantas. Estas condiciones favorecen el encharcamiento del agua y en consecuencia la proliferación de hongos, que pudren progresivamente las hojas basales, impidiendo el crecimiento de las raíces.

CONTROL DE MALEZA

Las malas hierbas compiten por agua, luz y nutrientes con las plantas de piña; además dificultan las labores del cultivo, por lo cual debe mantenerse limpio el piñal durante todo el ciclo.

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 tarpala y; la aplicación de herbicidas.

Cuando el terreno se encuentra fuertemente infestado con maleza de difícil control (pelo de conejo *Cynodon dactylon* (L) Pers; bejuco de tuza *Ipomoea indica* Burm. y coquillo *Cyperus spp.*), se sugiere aplicar cuatro litros de faena 41 (glifosato) 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 periodo de 15 días por lo menos, antes de remover el suelo.

El uso de cultivadoras ya sea de tracción animal o mecánica, permite un control regular de 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 el crecimiento de las raíces. Las hierbas que quedan en las hileras de piña posteriormente se destruyen con las tarpalas.

Normalmente se dan de 10 a 12 limpiezas por ciclo.

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

casos se sugiere aplicar 4 kg de Karmex 80 (diurón), más un kg de Hyvar 80 (bromacil) o de 4 a 6 kg 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 cm.

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 plantadas reinicien su crecimiento, disminuyen estos riesgos (INIFAP-SAGAR, 1998).

FLORACIÓN

Floración Natural

Una vez que la planta alcanza la etapa fisiológica en la que esta lista para la diferenciación floral, el primer cambio morfológico notable que indica la transición de un meristemo vegetativo a otro reproductivo, es el aumento de la división celular en la zona central inmediatamente inferior a la parte apical del meristemo vegetativo. Dicha división da por resultado un grupo de células parínquematicamente no diferenciadas, rodeadas de las células meristemáticas que a su vez dan origen a los primordios florales (Garcia, 1996)

Existen plantas en que las variaciones endógenas son más importantes que los cambios externos para la aparición de la floración.

La diferenciación floral en forma natural en piña se estimula con bajas temperaturas y días nublados, y en condiciones de menos de 16°C se adelanta. El nivel de etileno en las hojas fluctúa subiendo durante la noche y bajando durante el día, debido a que la estimulación de la síntesis de etileno por el CO₂ durante la noche.

Cuantitativamente la piña es una planta de fotoperiodo corto, pero los requerimientos de estos para la diferenciación floral son muy pocos, y esto ocurre todo el año en plantaciones tropicales.

Los factores que detienen parcialmente el crecimiento vegetativo una vez que la planta ha alcanzado el tamaño suficiente para ser susceptible a la inducción floral, tales como el decremento de la nutrición, longitud del día y la intensidad de la radiación solar, promueven la floración natural.

El crecimiento estimulado por las bajas temperaturas y fertilización nitrogenada inhiben la floración, siendo necesario que haya una disminución de la velocidad de crecimiento (García, 1996).

Tratamiento de inducción floral

El uso de los inductores de la floración en piña tiene muchas ventajas. Las más importantes son, disminuir el ciclo del cultivo; uniformizar y compactar las cosechas y programar la producción de acuerdo a las necesidades del mercado y productor.

El tratamiento de la inducción floral se aplica cuando las plantas alcanzan un peso promedio de 3.2 a 4.0 kg el cual normalmente se alcanza entre los 9 y 11 meses del establecimiento del cultivo.

De acuerdo a evidencias la fitohormona que interviene en la inducción floral es el etileno contenido naturalmente en las plantas y frutos, además puede generarse a partir de otros materiales. El acetileno es otro gas que provoca el mismo efecto inductor y puede generarse a partir del carburo de calcio cuando este reacciona con el agua.

La aplicación del carburo de calcio puede llevarse a cabo de dos maneras: aplicando directamente el producto sólido con los dedos de la mano, al cogollo de la planta, o disuelto en agua y dirigido al corazón de la roseta mediante mochilas aspersoras, fabricadas para dicho fin.

En la carburación sólida, se utiliza la dosis de medio gramo de carburo de calcio por planta, dirigido al corazón o cogollo de ésta. Para que penetre en la planta la mayor cantidad del gas liberado, se aplica en las horas del día con temperaturas bajas y alta humedad relativa. La ausencia de agua en el cogollo o una dosis elevada de producto, puede causar quemaduras graves a la planta. En el mercado nacional existen tres presentaciones del carburo de calcio: 15/25, 2/4 y 14 ND, cuyas características del grano o partículas correspondientes a piedra, mediano y fino, respectivamente. Cuando la cantidad de agua es escasa en el cogollo, se utiliza el carburo en grano fino y cuando es suficiente se utiliza el grano mediano.

En la carburación líquida, se disuelve de 1.5 a 2.0 kg. de carburo mediano o piedra por cada 180 litros de agua. Se utilizan toneles o tambos abiertos, con capacidad de 200 litros. Es importante que la temperatura del agua sea lo más baja posible, pues así será mayor la cantidad de acetileno disuelto en ella; por lo anterior, se sugiere disolver un cuarto de barra de hielo por tanque, antes de agregar el carburo. Para que el gas tenga un mayor tiempo de contacto con el agua, se preparan muñecas o cartuchos con papel o tela, los cuales al caer en el fondo del tonel inician la reacción de manera menos violenta, reduciendo así el peligro para los operadores.

Una de las desventajas de la carburación, está constituida por la inhibición de la planta para producir “hijos” ó propágulos, a tal grado que el promedio de hijos producidos por individuo es del orden de 0.2, mientras que en los especímenes de floración no inducida ó natural, el promedio es de 1.5 hijos; esta situación determina una escasez muy grande de material vegetativo de plantación, obligando al productor a extender la época de plantación.

PLAGAS, NEMATODOS Y ENFERMEDADES

Las condiciones climatológicas de cada localidad determinan de manera natural los niveles poblacionales de la plaga, y la incidencia de enfermedades en los cultivos.

También la eficiencia de los agroquímicos, para controlar algún problema especial dependerá de muchos factores, algunos de los más importantes son: ingrediente activo, calidad y presentación; edad del cultivo y dosis; condiciones de humedad, temperatura y viento; equipo y calidad de la aplicación; así como la oportunidad con que se efectúe. Lo anterior es muy importante para definir un programa fitosanitario acorde con las condiciones reales de la plantación y determinar la magnitud de ataque en los campos de producción. Por ello es necesario revisar frecuentemente los piñales.

PLAGAS

Complejo: Piojo Harinoso-Marchitez Roja-Hormiga

En México las primeras evidencias de la enfermedad denominada marchitez roja se detectaron a inicios de los 70's, presumiblemente introducida 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 con las hormigas ***Solenopsis geminata*** Fabr 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 cubierto de una cerosidad blanca; en estado adulto, miden de 2.0 a 3.0 mm de largo por 1.8 a 2.0 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 corresponden 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 esta presente todo el año, sin embargo su población se incrementa durante los meses de mayo a diciembre.

Los piojos harinosos pueden alimentarse de cualquier parte de la planta, prefiriendo las bases de las hojas. Su ubicación varía según la época del año: en la época seca, generalmente se encuentra en la parte más baja de la planta; mientras que en las lluvias, se encuentra en las axilas de las hojas intermedias.

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 los piojos harinosos procedentes de plantas enfermas se alimentan de ellas. Ocasionalmente en la parte 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 cinco y doce 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.

Entre la fecha de infección de la planta y la manifestación de los síntomas existe un periodo de incubación del virus, el cual es muy variable. Se estima que el crecimiento de las raíces se detiene 40 a 45 días después de la inoculación del virus, mientras que en las hojas, los síntomas empiezan a manifestarse entre los 20 y 50 días posteriores a la inoculación.

Cuando una planta de piña de cinco meses de edad 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 plantas adultas de Cayena Lisa se tienen definidas cuatro etapas o estadios en el desarrollo de la enfermedad. Estas son:

1a. 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.

2a. 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.

3a. 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.

4a. 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 las plantas se encuentran enrolladas y marchitas en mayor o menor 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.

En ocasiones, la enfermedad se presenta al momento de la cosecha o muy próxima a ella y aunque obtienen frutos con valor comercial, existen problemas en su recolección. El pedúnculo y el pezón se secan y en consecuencia el fruto se inclina hacia el suelo, lo cual causa pérdidas por quemaduras de sol, maduración heterogénea entre frutos y su abandono en el campo, debido a la dificultad para separarlo del pedúnculo.

Siete u ocho meses después del inicio de los síntomas, la mayoría de las plantas se recuperan de manera natural o con la ayuda de las fertilizaciones

nitrogenadas y la humedad adecuada, rara vez mueren; sin embargo, se atrasan en su desarrollo y el virus no desaparece, únicamente enmascara su presencia, volviéndose a manifestar después de la inducción floral.

A diferencia de la marchitez provocada por sequía o un ataque por nemátodos, 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 originan 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, éstos 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 la infección de los hijuelos es la mayor permanencia del material vegetativo en el acahual, por lo cual deben cortarse lo antes posible y desinfestarse 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 aprovecharse para una segunda producción, corte de hijuelos o alimentación para el ganado, deben destruirse lo

más pronto posible, incorporando sus restos al terreno, o destruyéndolos mediante la quema cuando están 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.

Los terrenos con alta incidencia de piojo y marchitez no deberán sembrarse con piña durante varios años, salvo que se extremen las medidas fitosanitarias.

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 se debe alternar la explotación de los terrenos con gramíneas y leguminosas forrajeras.

Las hortalizas como chile, sandía y jitomate son hospederos comunes de los nemátodos que atacan a la piña; por lo cual cuando se cultiven estas especies, deben tomarse las medidas adecuada para su control. Se sugiere no sembrar piña en el mismo terreno por más de tres ciclos consecutivos, así las condiciones fitosanitarias y de fertilidad del suelo se deteriorarán menos

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.

Control químico

Consiste en el uso de plaguicidas para desinfectar el material de propagación y controlar las poblaciones del vector presentes durante el

desarrollo del cultivo. Si en los muestreos se encuentra al menos un piojo, debe de iniciarse de inmediato el control.

Control de Hormigas

Es fundamental controlarla en toda la superficie y los alrededores del piñal, ya que a ellas se debe la dispersión del piojo harinoso dentro y entre las plantaciones, aplicando los insecticidas autorizados.

Barrenador del fruto (*Thecla basilides* Geyer)

Este insecto pertenece al orden de los lepidópteros, causa daños importantes en todos los cultivares cuando la planta, inicia la floración.

El adulto es una palomilla de color pardo oscuro de hábitos nocturnos, la hembra deposita sus huevecillos sobre la inflorescencia, poco después de que esta halla emergido en medio de la roseta de hojas, en la base de una bráctea floral.

La larva es de color salmón, mide 2.5 cm de longitud, penetra en la base carnosa de la bráctea, devora las piezas florales y desde allí penetra en el fruto y el pedúnculo, en donde excava galerías, permanece adentro de trece a dieciséis días, saliendo después a la superficie para formar una crisálida en las hojas de los retoños situados bajo el fruto, y de los siete a once días más tarde, sale convertida en un insecto adulto perfecto. El ciclo total es por término medio de unos veintiocho días.

Se controla con un mínimo de dos aplicaciones de insecticida: la primera, cuando la inflorescencia se encuentre en estado de “cono rojo”, la segunda o las posteriores, según se requieran, hasta poco antes de finalizar la floración. El insecticida más eficiente es Sevín 5% G (carbarilo), en dosis de 15 a 30 kg por

hectárea y por aplicación. Se distribuye de medio gramo a un gramo del producto por inflorescencia, mediante un aplicador del tipo salero. También pueden utilizarse Sevín 80 PH (carbarilo), a razón de 1.5 kg por hectárea o bien Malatión 1000 en dosis de 2 litros por ha.

Picudo negro (*Metamasius callizona* Chevrolat)

Este insecto pertenece al Orden Coleóptera y a la Familia Curculionidae. El adulto mide de 13 a 16 mm de longitud, es de color negro, con una banda transversal en la parte media del cuerpo de color rojo amarillento. La larva mide de 16 a 19 mm de longitud y es de color amarillento con la cabeza café. La hembra con la ayuda de un pico, hace una perforación en la base de la piña para depositar un huevecillo, al emerger la larva penetra en el fruto o en el pedúnculo abriendo galerías que aumenta la anchura conforme crece la larva.

Al final de esta galería ocurre la transformación de pupa para finalmente convertirse en adulto, el cual abandonara el fruto o el pedúnculo para infestar a otras plantas. Varias oviposturas pueden ocurrir en el mismo fruto, detectándose hasta cinco larvas por piña.

Para controlarlo químicamente, se deben iniciar o repetir aplicaciones de Sevin 5% G (carbarilo) en dosis de un gramo por fruto, o bien en dos y medio litros de Paratión Metílico 50% por hectárea se asperja sobre el tallo y la base de la planta, utilizando 50 ml de la solución por planta (INIFAP-SAGAR, 1998).

NEMÁTODOS

Nemátodo agallador (*Meloidogyne spp*)

Los miembros de este género se conocen como nemátodos agalladores; presentan un dimorfismo sexual muy pronunciado, ya que las hembras

adquieren una forma de limón o pera y son endoparásitas, los machos son alargados, miden aproximadamente 2 mm (De la I, 1991).

Los síntomas causados por este nemátodo son agallas terminales, claviformes, que se desarrollan en las raíces principales. Las agallas en su desarrollo principal son blancas, blandas y succulentas; a medida que transcurre el tiempo cambian a amarillas y luego pardas. Las más viejas se tornan oscuras, los síntomas de la enfermedad en la parte aérea son un agudo enanismo acompañado de un color anormal del follaje y reducción en la producción de frutos.

El control químico se realiza aplicando etoprofos 10 GR y oxamilo 24% (VADEMECUM, 1999).

Nemátodo lesionador (*Pratylenchus spp*)

Estos se conocen como nemátodos lesionadores. Sus hábitos alimenticios pueden hacerlos comportarse como ectoparásitos o endoparásitos migratorios. Se identifican por la cabeza aplanada y el estilete corto y robusto característicos, así como ciertas peculiaridades del sistema digestivo y reproductivo (De la I, 1991).

Al principio de la infección las lesiones de las raíces son de color claro pero más tarde se oscurecen hasta adquirir un pardo intenso.

Las lesiones pueden ocurrir aisladas o unidas, dependiendo del grado de infección. En infecciones severas las lesiones abarcan por completo la circunferencia de la raíz en varios centímetros de longitud y el cilindro central es afectado por la acción directa de las toxinas del nemátodo o por la invasión de organismos secundarios. En estos casos los nemátodos abandonan la raíz deteriorada y migran a través del suelo hasta encontrar raíces sanas.

El control químico se realiza aplicando etoprofos 10 GR y oxamilo 24% (VADEMECUM, 1999).

ENFERMEDADES

Pudrición de la raíz y del corazón (*Phitophthora spp.*)

Las plantas empiezan a mostrar los síntomas debido a la sequía y deficiencia nutricional, se debilitan y hacen susceptibles al ataque por otros patógenos.

Las raíces pequeñas mueren y con frecuencia aparecen lesiones café necróticas en las raíces más grandes. En algunas ocasiones todo el sistema radical puede pudrirse y dar como resultado la muerte más o menos rápida de la planta.

El hongo inverna en forma de oosporas, clamidospora o micelio, en el suelo o en las raíces que ha infectado. En la primavera, las oosporas y clamidosporas germinan en forma de zoosporas, mientras que el micelio prosigue su desarrollo, produce zoosporangio que liberan zoosporas o ambas cosas. Estas últimas nadan en el agua del suelo e infectan a la planta susceptible al entrar en contacto con ella.

El control de las pudriciones va a depender del tipo de suelo en que se encuentre el cultivo que preferentemente debe ser en suelos ligeros y bien drenados(Agrios, 1996).

En el control químico por lo regular se aplica fosetyl o metalaxyl que son fungicidas sistémicos (VADEMECUM, 1999).

COSECHA

El grado de madurez en que se debe cosechar la piña, está en función del destino o uso final de la misma. De esta manera, los frutos destinados a la exportación se cosechan cuando hayan alcanzado su sazón fisiológica, es decir cuando las brácteas que se encuentran unidas a los ojos cambian de color verde a un amarillo rojizo. Cuando los frutos se destinan al mercado nacional, la cosecha se realiza cuando estos presentan una coloración transparente (se tiene un 25% de amarillamiento del fruto); en esta etapa de maduración el fruto presenta una alta cantidad de sólidos solubles totales y baja acidez.

En las regiones productoras de piña se tienen los siguientes índices de madurez para la cosecha:

1. Ojo pitón. Algunos de los frutos de la base empiezan a madurar, se transporta a largas distancias.

2. Un cuarto de madurez. La cuarta parte del fruto está maduro, se transporta a menores distancias y se consume más rápido que el anterior.

3. Media cara. La mitad del fruto está maduro, aguanta poco el transporte, generalmente va a industrialización.

4. Tres cuarto de madurez. Las tres cuartas partes del fruto está maduro, no aguanta el transporte, es para el consumo local y industrialización.

La época de cosecha es variable y esta en función del material de propagación utilizado, la precipitación del lugar y el ciclo del cultivo.

El ciclo del cultivo varia de 18 a 22 meses, según el material de plantación usado (corona, gallos o clavos) y de las prácticas culturales que se

hayan realizado en la plantación. La cosecha se efectúa aproximadamente 6 meses después de la carburación.

La cosecha inicia a partir del mes de noviembre, sosteniéndose a niveles bajos durante los meses de diciembre y enero; se intensifica a partir de febrero y durante el periodo de marzo a junio en estos meses se concentra un 76% de la producción total. Cabe señalar que la velocidad de crecimiento, la calidad y el tamaño de fruto obtenido en las diferentes épocas son muy variables. Esta variabilidad está en función del material vegetativo, edad en la que se indujo la floración y las condiciones climatológicas en el desarrollo del fruto.

La cosecha se efectúa en forma manual con el auxilio de canastos de carrizo, con la 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 torción 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 el pedúnculo sin provocarle desgajamientos, dejándole un pequeño muñón de 1.5 a 2.0 cm que permite proteger al fruto durante su transporte.

Una vez levantada la cosecha proveniente de los piñales de plantilla, es común que a la segunda cosecha se le extraiga la mayor cantidad de vástagos posibles y posteriormente se abandone, o en el mejor de los casos se meta ganado bovino para aprovechar los restos del material vegetal, en la mayor parte de las regiones piñeras del mundo, lo más probable es que los restos del cultivo se rehabiliten, para obtener una segunda o tercera cosecha, todo ello depende de una serie de condiciones de campo y de mercado, que debe tomar en cuenta el productor para tener éxito con éste sistema, el cuál requiere de sólo 12 meses hasta el corte.

En éste caso el rendimiento esperado es por lo regular, 20 a 30% menor que el obtenido en la primera cosecha, también los frutos son de 30 a 40% más

pequeños y con tendencia a presentar corona curva por su posición ladeada en la planta, sin embargo, los frutos son más dulces, mejor acidez y consistencia interna, así como una coloración homogénea.

El transporte de la piña se realiza a granel, con los frutos acostados y que se entrelacen las coronas, y así evitar que éstas lesionen a los frutos y se produzcan pudriciones.

COMERCIALIZACIÓN

Mercado nacional

En lo que respecta al mercado nacional, el hábito de consumo de la piña en México es fundamentalmente como fruta fresca, ya que del total de piña que se produce aproximadamente un 80% se canaliza a los mercados en fresco, dicho porcentaje tiene como principales destinos el mercado de la ciudad de México (35%), Monterrey (20%), Guadalajara (10%) y el mercado regional y otras partes de la república (15%); el resto se vende al exterior y a las diferentes procesadoras nacionales.

Por la gran marcada estacionalidad de la producción, la orientación de la cosecha de piña (mercado de fruta fresca o industrial) depende de la relación de precios entre ambos mercados. Así en épocas de escasez, la brecha entre los precios de mercado fresco e industrial se incrementa a favor del primero, canalizándose la fruta principalmente al mercado en fresco. Para la época de sobreproducción bajan drásticamente los precios del mercado de fruta fresca, y los productores orientan su cosecha a la industria principalmente (Hernández, 1988).

El problema del mercado de fruta fresca se expresa en una distribución irregular de la oferta y la caída significativa de los precios en épocas de sobreproducción, así como, el excesivo intermediarismo en la comercialización son los principales factores que reducen los ingresos del productor y hacen que el excedente generado en la producción de piña quede principalmente en la esfera de la comercialización de fruta fresca, en la industria que elabora productos rentables y en la que obtienen materia prima a bajos precios, resultantes de comprar piña de desecho o comprar en época de sobreproducción.

Exportación

Se advierten dos periodos importantes en cuanto a la exportación nacional de piña fresca: el primero, de 1970 a 1980, en éste los volúmenes enviados fueron crecientes y se presentó el mayor monto (en 1979), cuando se exportaron 68,758 toneladas, lo que representó casi el 14% de la producción nacional, y en un segundo periodo, de 1980 a 1990, la exportación de fruta fresca se desploma hasta alcanzar en el último año sólo 7,312 toneladas, es decir, el 2% de la Producción (Dario, 1994)

Este comportamiento siguió en los siguientes años, hasta llegar a un nivel mínimo en 1994 con tan solo 1,559 toneladas y en 1995 empieza a recuperar terreno con 8,438 toneladas, hasta alcanzar 18,337 toneladas en 1997.

A partir de los 80's México fue el principal proveedor de piña fresca de los E.U., sin embargo a partir de 1983, con la creación de CARIBBEAN BASIN INITIATIVE, este país dio preferencia al eliminar tarifas arancelarias a las frutas de los países centroamericanos; por tal motivo, ha aumentado la participación de dichos países (Dario, 1994).

Por otra parte los países que conforman la Unión Europea han figurado poco en cuanto a sus importaciones de piña fresca mexicana, con volúmenes cada vez menores en cada uno de los países de la unión esto ha sido por que México ha diversificado su mercado en otros países de la Unión.

INDUSTRIALIZACIÓN

a). Elaboración de rebanadas y trozos

Para llevar a cabo todo este proceso se siguen los siguientes pasos:

1. Recepción, pesado y descarga

La piña procedente del campo es transportada a la planta en camiones. Estos camiones se hacen pasar a una bascula, en donde son pesados, una vez pesado el camión se pasa al patio de maniobras donde espera su turno para la descarga en los transportadores de banda, el personal de la industria realiza un muestreo y evalúa la calidad de la piña. Solo será aceptada aquella fruta que cumpla las especificaciones de calidad.

2. Descoronado

Consiste en eliminar la corona del fruto para que pueda entrar a la ginaca, equipo que realiza el pelado. A lo largo de la banda transportadora, existe personal que realiza esta operación manualmente o en ocasiones mediante el uso de un machete.

3. Lavado y clasificación por tamaño

Al final de la banda transportadora se encuentra colocada una tina con agua que se conecta con un elevador de tubos horizontales en la que se realiza un lavado mediante un chorro directo de agua, con lo cual se eliminan

partículas de tierra y otras impurezas procedentes del campo. Un elevador de tubos conduce a las piñas lavadas aun sistema de clasificación por tamaño, que consiste en transportador de rodillos conductores; estos presentan una abertura tal que permiten la separación de la fruta grande y de la piña chica.

4. Descascarado

Se realiza a través de maquinas peladoras o ginacas, la función de estas es la eliminación de la cascara a la vez que se forma un cilindro con dimensiones definidas de acuerdo al diámetro de la rebanada que desee obtener. Para la piña grande se utiliza un corte del tamaño del número 2.5 (3.75 pulgadas de diámetro) y para la piña chica se usa un corte del tamaño del número 2 (3.25 pulgadas de diámetro). Estos tamaños son los requeridos para el comercio internacional.

5. Repaso

En ocasiones el cilindro formado no fue descascarado adecuadamente, por lo que le quedan grandes porciones de cascara y tapas; al salir de la ginaca pasa a un transportador sanitario de banda. A lo largo de este existe personal que se encarga de eliminar la cascara residual y pulpa no apta para rebanadas mediante el uso de cuchillos.

6. Rebanado

Los equipos que realizan esta operación se componen de un cilindro central y dos cilindros laterales ranurados. Las piñas descascaradas se avientan hacia el cilindro central mediante bandas. Los cilindros laterales mueven la piña una distancia determinada cada segundo, según el tamaño requerido para cada rebanada. Al final de los cilindros ranurados existe una

cuchilla, que corta a la piña en rebanadas y esta sale hacia otra banda transportadora.

7. Descorazonado y llenado de latas

Al final del rabanado, la piña en rodajas pasa a un transportador sanitario de bandas. A lo largo de este existe personal, que selecciona las rodajas limpias y enteras; y las depositan en las maquinas descorazonadoras. En esta etapa se trata de eliminar la parte central (corazón) de las rebanadas, dado que su textura es dura y demasiado fibrosa, lo cual demerita la calidad del producto final; al mismo tiempo, se realiza el llenado de latas con rebanadas descorazonadas.

8. Selección (inspección)

Existe personal que toma las latas y las lleva a una mesa de selección. En esta, se verifica el contenido de la lata, considerando un número determinado de rebanadas, con un color específico y la presencia de daños físicos. De esta manera, se hacen lotes homogéneos que se vuelven a colocar en el transportador de cadena que los conducirá al almibarado.

9. Troceado y llenado de latas

La piña maltratada y que no reúne los requerimientos de calidad para rebanadas, se destina a la producción de trozos y trocitos regulares simétricos. La piña se traslada a la maquina troceadora. Esta es una recalibradora que compone de un cilindro, en el cual se introducen las rebanadas. Al final del cilindro se encuentra el aditamento de cuchillas que realiza el corte de las rodajas. La piña troceada sale hacia una banda, al final de la cual se realiza el llenado de latas en forma manual y luego se pesan cada una para dar el peso requerido.

10. Escaldado

La piña se pasa por un exauster, el cual consiste en un túnel en donde se inyecta vapor vivo. Esto se realiza con el fin de agotar el aire de las fibras de la piña mediante el calor y al mismo tiempo, se logra una temperatura adecuada para que al pasar por la engargoladora y almibarado se tenga una temperatura de cierre entre 90 y 95°C.

11. Almibarado

Los botes de piña (rebanadas y trozos), se conducen a la llenadora, la cual es una maquina circular con divisiones (diseñada según la forma de las latas) esta al girar recibe la lata, haciendo un vacío e inmediatamente descarga el jarabe o almíbar (mezcla de agua, azúcar y si se requiere, ácido cítrico) a través de alimentaciones en la parte superior de la llenadora.

12. Engargolado

Las latas con la piña y almíbar se conducen hacia una maquina que realiza el cierre hermético de las mismas. Se le inyecta nuevamente vapor para garantizar un vacío adecuado para que permita una mayor vida de anaquel del producto.

13. Esterilizado

Se realiza en un cocedor o esterilizador horizontal continuo de serpentín y vapor, el cual se alimenta con vapor de agua para mantener la temperatura de 97-99°C. El tiempo que permanecen las latas en el cocedor es de 18-20 minutos alcanzando una temperatura de 94°C.

14. Enfriado

Al salir del cocedor, el producto pasa a un sistema de enfriamiento. Estos equipos son horizontales rotativos continuos, aquí se utiliza agua fría recirculada proveniente de una torre de enfriamiento a la temperatura ambiente. Aquí las latas permanecen durante 10-12 minutos.

15. Etiquetado, empaque y almacenamiento

Las latas una vez frías se conducen mediante una banda transportadora al almacén. La banda se conecta con el equipo encartonador.

Posteriormente las cajas llenas son transportadas sobre plataformas de madera con la ayuda de un montacarga al área de etiquetado, al término del cual se trasladan a la sección de almacenamiento.

b). Elaboración de jugo concentrado

Todo material que no fue utilizado para la elaboración de rebanadas y trozos, el proveniente de las mesas de repaso, del raspado de ginacas, los corazones y demás pulpas de desperdicios; estos son depositados en una banda sanitaria que los conduce al molino.

En este proceso se siguen los siguientes pasos:

1. Molido

Esta operación consiste básicamente en la disgregación de la fruta en porciones pequeñas para facilitar la extracción del jugo. El molino empleado para este fin es de los denominados tipo martillo.

2. Filtrado

La masa obtenida de los molinos se lleva al pulpero, este equipo consiste de un extractor de gusano; aquí se realiza una compresión de la pulpa contra un cilindro de malla con perforaciones de 0.33 pulgadas de diámetro, el bagazo que se obtiene sale hacia la tolva de desechos.

El jugo filtrado que se obtiene pasa a un depósito y de aquí se alimenta por gravedad el finisher.

El finisher es un filtro con aspas y una malla con perforaciones de 0.20 pulgadas de diámetro. La presión que las aspas en movimiento ejercen sobre la malla, hacen que el jugo pase a través de esta con un 15 a 20% de sólidos en suspensión. El jugo obtenido es bombeado hacia la sección de concentración.

3. Concentración

Pre calentamiento. El jugo llega al tanque de recepción para su almacenamiento temporal. Aquí el jugo espera su turno para pasar al tanque de balance o dosificador, del cual mediante una bomba se alimenta del precalentador en donde el jugo alcanza una temperatura de 81° F.

Primer efecto. Al igual que en el precalentador también se alimenta con vapor vivo, cuyas condiciones de trabajo son una presión de vacío de 20.8 pulgadas de hg y una temperatura de 207° F. Aquí el jugo alcanza una temperatura de 180° F. Posteriormente la mezcla Vapor-líquido pasa al separador del primer efecto, donde por la parte inferior se obtiene el jugo a alta temperatura y por la parte superior son liberados los vapores, estos últimos son los encargados de calentar el jugo en el segundo efecto.

Segundo efecto. En este sistema los vapores de calentamiento se alimentan por la parte superior y llevan una temperatura de 174° F y una presión de vacío de 16.5 pulgadas de hg, en este caso el jugo alcanza una temperatura de 120° F.

Al igual que en el primer efecto la mezcla vapor-líquido pasa a un separador (separador del segundo efecto), donde se obtiene por una parte vapores de agua y por otra el jugo o licor concentrado hasta alrededor de 61° Brix.

4. Condensador

En este sistema, se realiza la condensación de los vapores provenientes del separador del segundo efecto. Para que suceda el fenómeno de condensación el sistema es alimentado con agua fría, además este sistema mantiene a vacío con un sistema de eyectores, estos últimos no solo mantienen la presión del vacío del condensador sino que también las presiones de trabajo de todo el sistema de evaporación.

5. Estandarización

El jugo concentrado (evaporado) se recibe en un tanque al vacío, en el cual se reconstituye el producto, en el caso de que este sobreconcentrado hasta los 61° Brix; esto se realiza con la adición de jugo fresco para bajar su concentración lentamente, se debe dar una agitación para asegurar la homogeneización y darle las características naturales del sabor y aroma que se pudieran perder durante el proceso de concentración.

6. Almacenamiento

El jugo ajustado se envasa en tambos metálicos recubiertos con una bolsa de polietileno en su interior (para evitar corrosión del envase) y se almacena en cámaras de refrigeración.

BIBLIOGRAFÍA

Agrios G. N. 1996. Fitopatología. Segunda Edición. Editorial UTEHA. D.F., Méx.

Albrigo L. G. 1966. Pineapple nutrition. Publications Rutgers University, Nw Brunswick, New Jersey.

Angeles D. E. 1990. Preliminary Nitrogen, Phosphorus and Potassium DRIS Norms for Pineapple. Hortscience.

ASERCA 1995. Claridades Agropecuarias: Un horizonte a cerca del mercado agropecuario Revista No. 25 Sept

Bartholomew D. P. and Kadzimin S. B. 1977. Pineapple. In: Ecophysiology of Tropical Crops. Academic Press.

Becerril R. A. et. Al. 1989. Análisis del crecimiento y nutrición de dos cultivares de fresa bajo condiciones de invernadero. Tercer congreso nacional de la sociedad mexicana de ciencias hortícolas. Oaxtepec, Morelos.

Collins J. L. 1960. The pineapple. Botany, cultivation and utilization. Ed. Woilds crops book. London.

Corona. 1991. Campo Experimental de Loma Bonita, Oax.

Cossemans N. J. 1982. Efectos de la fertilización foliar en la aceleración de la maduración y rendimiento en el cultivo de la piña. Tesis de licenciatura. Facultad de agronomía de la Universidad de San Carlos. Guatemala.

Dallforf D. B. 1978. Macroelement. Fertilization of smooth cayenne pineapples. Farming in S. A. Afr., Pieneapple ser.

- De la I M. L. 1991. Fitopatología. Primera edición. Editorial LIMUSA. Mexico, D.F.
- Dominguez M. V. M. 1985. El cultivo de la piña. Monografía de Tesis. Escuela Superior de Agricultura Victoria Hernández Brito. Iguala, Guerrero, Méx.
- Eligio D. T. 1978. Nutrient composition of the different part of smooth cayenne pineapple as influenced by varying levels of de N and K fertilization. Ms Thesis, Univ. Philippines, los baños college, Laguna.
- FAO 1990 – 1998. Estadísticas Agrícolas dirección en Internet: <http://apps.fao.org>
- García M. 1981. Influencia de la fertilización potásica sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de los frutos en el cultivo de la piña, variedad Española Roja.
- García E. 1988. Modificación del sistema de clasificación climática de Kopen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) 4ª. Edición, Mex., D.F.
- Garcia M., et. al. 1983. Efecto de la fertilización nitrogenada y potásica sobre el cultivo de la piña en un suelo ferralítico cuarcítico. Cultivos Tropicales (cuba).
- Garcia M., et. al. 1986. Efecto de la fertilización nitrogenada y potásica sobre el cultivo de la piña en un suelo ferralítico cuarcítico. Cultivos Tropicales (cuba).
- Glennie J. D. 1977. Pineapple nutrition. Hort. Branch Adv.

Hernández V. R. 1983. Estudio sobre el sistema piña en la cuenca del Papaloapan. Miniografiada, UACH. Méx.

Hernández y Montoya. 1993. Recolección de piña y otras especies de ananas en Colombia. Memorias del primer simposio de piñicultura en Latinoamérica. Cali, Colombia.

Hunt R. 1982. Plant Growth Curves. Edward Arnold. L. T. D. London.

INIFAP-SARH.1994. Agromundo: guía técnica para el cultivo de la piña. Julio-agosto, Septiembre-October.

INIFAP-SARH.1995. Manual de producción de piña para Veracruz y Oaxaca: Bajo Papaloapan. Campo experimental INIFAP, en Loma Bonita, Oaxaca.

Krauss B. H. 1948. Anatomy of the vegetative organs of the pineapple. Introduction, organography, the stem and the lateral branch or axillary buds. The bots gaz.

Lacoeuilhe J. J. 1975, 1978 y 1980. Etudes sur le controle du cycle de l ananas en cote divoire. Fruits.

Marshal J. 1980 y 1981. Nutrition azotée L'ananas estude des voies d'absortion de l'azotee par la technique de la dilusion isotópica. Fruits.

Mata A. H. 1964. Proyección de la piña en Loma Bonita, Oaxaca.

Mourichon, X. 1981. Mise en évidence d'une association endomycorhizogene chez l'ananas en Cote d'ivoire fruits.

NAFINSA. 1979. Análisis general de la producción de piña y el caso específico del Municipio de Rodríguez Clara, Ver.

Nigthingale G. T. 1942. Nitrate and carbohydrates reserves in relation to nitrogen nutrition of pineapple. Botanic Gazette (chicago).

Ochse J. I. 1982. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales, Vol. I ; Editorial LIMUSA, Méx.

Okimoto M. C. 1948. Anatomy and histology of the pineapple inflorescence and fruit. The bot. Gaz.

Peña A. H. 1988. El cultivo de la piña. Folleto.

Py C. et. al., 1956. La fumare de l'ananas en Guinee. Fruits.

Py C., 1957. La fumare de l'ananas en Guinee. Fertilite.

Py C. 1969. La piña tropical. Colección agricultura tropical. Ed. BLUME, España.

Py C. et. al., 1984. L'ananas, sa culture, ses produits. Techniques agricoles et production tropicales. Ed. G. P. Maisonneuve. Larose Paris.

SAGAR-INIFAP. 1998. Tecnología para la producción de piña en México. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental, Papaloapan, Ver., Mex.

SAGAR. 1994-1996. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Centro de Estadística Agropecuaria.

- Sánchez P. J. 1996. El sistema producto piña en México: situación, tendencias, problemática y alternativas. Publicación CIESTAAM de la UACH.
- Sanford, W. G. 1962. Pineapple crop log-concept and development. Better crops plant food.
- SARH. 1992. Sistema-producto-piña (datos básicos). Subsecretaría de agricultura, dirección general de política agrícola, dirección sistema producto.
- SNIM. 1996. Anuario Estadístico de Frutas.
- Tay T. H. 1972. Comparative study of different type of fertilizer as source of nitrogen, phosphorus and potassium in pineapple cultivation. Tropical Agriculture.
- Teisson C. 1979. La tostadura de la piña. Historia. Materiales y métodos. Fruits.
- Teiwes et. al. 1968. Conocimiento y experiencia en la fertilización de la piña. Actualidades técnicas científicas. Ingeniería agronómica No. 4. Universidad de la Habana, Cuba.
- Torres de la N. W. 1984. Análisis del crecimiento de las plantas. En cultivos tropicales. Revista del ministerio de educación superior de la República de Cuba.
- Treto, E. 1977. Algunos aspectos sobre la fertilización nitrogenada y potásica en el cultivo de la piña. Tesis de doctor en Ciencias. La Habana, Cuba.
- Treto, E. 1981 Influencia de las épocas de muestreo sobre las concentraciones foliares de N, P, K, Ca y Mg de la variedad de piña Española Roja. Primer congreso nacional de cítricos y otros frutales. La Habana, Cuba.

Treto, E. 1982. Influencia de aplicaciones de cachaza a la piña cultivada en un suelo ferralítico rojo compactado. Cultivos tropicales (Cuba).

Uriza. 1981. Manual de la producción de piña en los estados de Veracruz y Oaxaca. Bajo Papaloapan. Folleto técnico. INIFAP.

VADEMECUM AGRÍCOLA. 1999. Agroquímicos y semillas. Primera edición. Edit. REZZA. Mexico, D. F.

Vidal G. D. 1995. Estudio edafológico de Juan Rodríguez Clara, Ver., Departamento de Suelos. UACH, Texcoco, Méx.

Williams C. M. 1975. The pineapple. In: the agronomy of the major tropical crops. Kuala Lumpur. Oxford Univ. Press.