

**EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA FLORACION NATURAL DEL
CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus*) HÍBRIDO MD-2, DE
ACUERDO A CUATRO ZONAS ALTITUDINALES EN LA REGION
HUETAR NORTE DE COSTA RICA**

GUSTAVO MENDEZ GONZALEZ

**Practica de especialidad presentado a la Escuela de Agronomía como
requisito parcial para optar por el grado de Bachiller en Ingeniería en
Agronomía.**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

2010

**EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA FLORACION NATURAL DEL
CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus*) HÍBRIDO MD-2, DE
ACUERDO A CUATRO ZONAS ALTITUDINALES EN LA REGION
HUETAR NORTE DE COSTA RICA**

GUSTAVO MENDEZ GONZALEZ

Aprobada por los miembros del Tribunal Evaluador:

Ing. Agr. Sergio Torres Portuguez, M.Sc.

Asesor Interno

Ing. Agr. Cristian Brenes Madrigal, Bach.

Asesor Externo

Ing Agr. Zulay Castro Jiménez, MGA.

Jurado

Ing. Agr. Fernando Gómez Sánchez, MAE.

Coordinador

Trabajos Finales de Graduación

Ing. Agr. Arnoldo Gadea Rivas, M.Sc.

Director Escuela Agronomía

DEDICATORIA

A Dios Todo Poderoso le agradezco el privilegio de terminar mi carrera universitaria. A mi familia que me brindó su apoyo incondicional y desinteresado.

AGRADECIMIENTO

Al ingeniero Sergio Torres Portuguez por su apoyo y conocimiento aportado. Agradezco al ingeniero Cristian Brenes por haber servido de guía y orientación en este trabajo de investigación. A todos mis amigos y compañeros del Instituto Tecnológico de Costa Rica que me brindaron su apoyo y me apoyaron en mi periodo de estudio.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general	2
1.2. Objetivos específicos	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Aspectos Botánicos.....	3
2.2 Requerimientos climáticos y edáficos	3
2.2.1 Temperatura.....	3
2.2.2 Precipitación	3
2.2.3 Luminosidad	4
2.2.4 La altitud.....	4
2.2.5 Viento	4
2.2.6 Suelo	4
2.3 Variedades de piña	4
2.3.1 Variedad MD-2	5
2.4 Preparación de suelo	5
2.4.1 Encamado	5
2.4.2 Drenaje.....	6
2.5 Siembra.....	6
2.5.1 Selección de semilla.....	6
2.5.2 Sistema de siembra.....	7
2.5.2.1 Sistema Hawaiano o de hileras dobles	7
2.5.3 Resiembra	7
2.6 Manejo del cultivo	7
2.6.1 Fertilización	7
2.7 Inducción floral	8
2.7.1 Inducción floral con gas Etileno	8
2.7.2 Inducción floral con Etephón (Ethrel).....	8

2.7.3	Cosecha	9
2.7.4	Transporte.....	9
2.8	Nociones sobre la fisiología de la diferenciación floral.....	10
2.8.1	Floración Natural en piña	12
2.8.1.1	Factores que intervienen en la floración natural	12
2.8.1.2	Control natural de floración	14
3.	MATERIALES Y METODOS	15
3.1	Ubicación del estudio	15
3.2	Materiales	15
3.2.1	Estaciones meteorológicas.....	15
3.2.2	Sistema de posicionamiento global (GPS)	15
3.2.3	Plantaciones de piña	16
3.2.4	Evaluación de la floración.....	16
3.2.5	Cámara fotográfica	16
3.3	Procedimiento	16
3.3.1	Censo sobre la diferenciación natural de la floración	16
3.3.2	Para crear una guía fotográfica y descriptiva de la floración natural.	17
3.4	Período de muestreos.....	17
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1	Censo sobre la floración natural a diferentes altitudes	18
4.2	Temperatura y floración natural	19
4.3	Guía fotográfica y descriptiva de la floración natural	22
5.	CONCLUSIONES	34
6.	RECOMENDACIONES.....	35
7.	LITERATURA CITADA.....	36

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Tipos de semilla de piña y sus características	6
2	Programa de fertilización durante el primer año.....	7
3	Relación de la temperatura mínima y altura de cuatro zonas de la Región Huetar Norte con el porcentaje de floración natural en piña, híbrido MD-2 2009.	20

LISTA DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Ubicación de los diferentes puntos de muestreo donde se realizo los diferentes muestreos, para determinar la incidencia de floración natural en piña, variedad MD-2.....	15
2	Porcentaje de floración natural en cuatro localidades de la Region Huetar Norte de acuerdo a la altitud, 2009.	¡Error! Marcador no definido.
3	Temperaturas mínimas reportadas en las zonas de estudio, durante la investigación sobre floración natural, en las primeras doce semanas del año 2009.	21
4	Crecimiento de fruta 45 días después de floración (ddf). Brácteas verdes sin frutículos definidos, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.	23
5	Crecimiento de fruta 50 ddf. Brácteas superiores rosadas e inferiores verdes. Sin frutículos definidos, Finca Piñales las delicias, Méndez G. 2009.	23
6	Crecimiento de fruta 55 ddf. Brácteas totalmente rosadas. Sin frutículos definidos, Finca Piñales las Delicias, Méndez G 2009..	24
7	Crecimiento de fruta, 60 ddf. Frutículos basales definidos. Inicio de floración, primer cuarto, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.....	24
8	Crecimiento de fruta, 65 ddf. Frutículos definidos Floración en segundo cuarto inferior, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.....	25
9	Crecimiento de fruta, 70 ddf. Frutículos definidos. Floración en el tercer cuarto, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.	25

10	Crecimiento de fruta 75 ddf. Frutículos definidos. Finalización de floración (flor alta), Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.....	26
11	Crecimiento de fruta 80 ddf. Frutículos definidos. Finalización de floración (flor totalmente seca), Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.....	26
12	Crecimiento de fruta 85 ddf. Floración seca frutículos rojizos corona en formación, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.....	27
13	Crecimiento de fruta 90 ddf. Floración seca frutículos verdes corona en desarrollo, Finca Piñales las Delicias, Méndez G.2009.....	27
14	Crecimiento de fruta 95 ddf. No hay flores y los frutículos son verdes corona casi desarrolla, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.....	28
15	Crecimiento de fruta 100 ddf. Frutículos son verdes corona casi desarrolla, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.....	28
16	Crecimiento de fruta 105 ddf. Fruta con corona casi desarrollada, frutículos parcialmente desarrollados con pigmentación verde- morado, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009	28
17	Crecimiento de la fruta 110 ddf. Fruta con corona casi desarrollada, frutículos parcialmente desarrollados con pigmentación verde- morado, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009	28
18	Crecimiento de la fruta 115 ddf. Fruta con corona casi desarrollada, frutículos parcialmente desarrollados con pigmentación verde- oscuro, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.....	30

19	Crecimiento de la fruta 120 ddf. Fruta con corona casi desarrollada, frutículos parcialmente desarrollados con pigmentación verde- oscuro, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009	30
20	Crecimiento de la fruta 125 ddf. Fruta con corona desarrollada, frutículos parcialmente desarrollados con pigmentación verde- oscuro, Finca Piñales las Delicias, Méndez G.2009.	31
21	Crecimiento de la fruta 130 ddf. Fruta con corona desarrollada, frutículos totalmente desarrollados con pigmentación verde, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.....	31
22	Crecimiento de fruta 135 ddf. Fruta con corona desarrollada, fruta totalmente verde, Finca Piñales las Delicias, Méndez G.2009.....	32
23	Crecimiento de la fruta 140 ddf. Fruta con corona totalmente desarrollada, fruta parcialmente verde, inicia pigmentación amarilla en la base de la fruta, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.	32
24	Crecimiento de la fruta 145 ddf. Fruta con corona totalmente desarrollada, parcialmente verde, presenta pigmentación amarilla en la base de la fruta, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009	33
25	Crecimiento de la fruta 150 ddf. Fruta con corona totalmente desarrollada, quiebre de color evidente, la mayoría de los ojos muestran un 20 % de su área con color amarillo, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.....	33

RESUMEN

Una de los principales limitantes de la producción de piña en Costa Rica es la floración natural, la cual provoca grandes pérdidas a los productores. Entre los factores externos causantes están bajas temperaturas y el fotoperiodo. El objetivo de esta investigación fue hacer un estudio preliminar de la floración natural en piña híbrido MD-2 en cuatro zonas de la Región Huetar Norte en el año 2009. Se seleccionaron las zonas de Los Chiles, San Rafael de Río Cuarto, Guatuso, y Pital. Para cuantificar la floración natural por zona, se escogió una muestra de 890 plantas por hectárea. Además, se tomaron datos de temperaturas mínimas y la altitud de la parcela seleccionada. Los resultados de esta investigación determinaron que existe una correlación entre altitud e incidencia de la floración natural, a mayor altitud mayor porcentaje de floración natural. En este caso la zona de Los Chiles con una altitud de 55m.s.n.m. presentó la menor incidencia de este factor, con 4,5%, mientras que Pital con una altitud de 133m.s.n.m., presentó la mayor incidencia (26,6%). Otro resultado obtenido fue que existen otros factores adicionales a las bajas temperaturas que pueden inducir la floración natural. Por último se registro a través una guía fotográfica del proceso fisiológico de la floración y formación del fruto en piña híbrido MD-2.

Palabra clave: Piña, *Ananas comosus*, floración natural, temperatura, altitud y guía fotográfica.

ABSTRACT

One of the main problems of Costa Rican pineapple production is natural flowering because it produces serious losses to the producers. Pineapple natural flowering is mainly caused by external factors; such as low temperatures and photoperiod. The objective of this investigation was to set up a preliminary study on pineapple natural flowering on hybrid MD-2 at four locations at Huetar Norte Region during 2009. Los Chiles, San Rafael de Río Cuarto, Guatuso and Pital were the selected locations. In order to determine the natural flowering incidence, 890 plants were counted per lot. In addition, low temperatures and the lot altitude were recorded. There is a correlation between altitude and natural flowering, a higher altitude the pineapple natural flowering increased. In this study, Los Chiles at 55 m.s.n.m showed the lower flowering incidence (4.5%), while Pital at 133 m.s.n.m showed the highest incidence (26.6%). Another result of the research was that there are other factors, in addition to low temperature, which may induce this problem. Finally, a photographic guide of de pineapple hybrid MD-2 flowering and fruit formation was presented.

Keywords: Pineapple, *Ananas comosus*, natural flowering, temperature, altitude, photographic guide.

1. INTRODUCCIÓN

La piña (*Ananas comosus* (L) Merr.) es uno de los cultivos que más se ha desarrollado en Costa Rica en los últimos años y se ha convertido en una alternativa de desarrollo para los productores costarricenses del trópico húmedo. El principal uso de la piña es como producto fresco de exportación. En el 2008, se exportó piña por un valor de \$574.49 millones, mientras que en el 2009, se alcanzó el máximo ingreso por exportación (\$601.1 millones) (CANAPEP 2009). Los mercados de exportación de la piña costarricense están bastante diversificados, siendo los principales Estados Unidos y Europa. En el caso de Europa, Costa Rica exporta aproximadamente el 38% del total consumido, unas 372 mil toneladas métricas, siendo el mayor suplidor para el mercado europeo. Además de ser un cultivo que genera divisas para el país, también es una fuente de empleo para 23.000 personas (Salazar 2008).

En Costa Rica, existen aproximadamente 40.000 ha sembradas de piña y la Región Huetar Norte es la principal zona productora. En esta región existen aproximadamente 600 productores, ubicados principalmente en las zonas de San Carlos, Los Chiles, Aguas Zarcas, Pital, Guatuso, Upala y Sarapiquí, además en esta actividad está involucrado un importante grupo de pequeños productores que han visto en este cultivo la forma de incrementar sus ingresos y su calidad de vida (Consejo Nacional de Producción 2004). Este auge en la producción se debe a que las condiciones edáficas y ecológicas son adecuadas para el buen desarrollo de esta planta. A esto también se suma la instalación de plantas procesadoras y empacadoras de piña que han despertado curiosidad en muchos agricultores y que han considerado esta actividad como una alternativa de producción.

A pesar de que la zona reúne condiciones adecuadas para la producción de este cultivo, existe una serie de problemas que limitan esta actividad, entre los que figura la floración natural la cual puede provocar graves pérdidas tanto a los pequeños productores como a los grandes, porque afecta a la gestión de cultivos, cosecha y venta de frutas. Generalmente esta se produce por las bajas temperaturas (inferiores a 20 °C) que se producen en ciertas épocas del año. La idea de los productores de piña fresca es disminuir en lo posible la

incidencia de la floración natural. A la fecha lo más efectivo ha sido brindar un buen manejo en lo referente a semilla, preparación de suelos, drenajes y fertilización; con base en ello nace la idea de realizar un censo preliminar de la floración natural en la Región Huetar Norte de acuerdo a diferentes pisos altitudinales.

1.1 Objetivo general

Realizar un estudio preliminar sobre la floración natural en el cultivo de la piña híbrido MD-2 en la Región Huetar Norte.

1.2. Objetivos específicos

- Realizar un censo sobre la floración natural en el cultivo de la piña en plantaciones ubicadas a diferente altitud.
- Correlacionar las bajas temperaturas con la incidencia de la floración natural en el híbrido MD-2 de piña.
- Crear una guía fotográfica y descriptiva de la floración natural del cultivo de piña híbrido MD-2 en la Región Huetar Norte de Costa Rica

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Aspectos Botánicos

La piña (*Ananas comosus* (L) Merr.) es una planta monocotiledónea, herbácea y perenne. El tallo está cubierto de hojas lanceoladas las cuales son envolventes y están dispuestas en forma de espiral, se encuentran en un número de 70 a 80 hojas por planta, los bordes de éstas pueden estar provistos de espinas o libres de éstas según la variedad (Jiménez 1999).

El sistema radical es muy superficial generalmente las raíces se localizan en los primeros quince centímetros superiores del suelo aunque pueden profundizar hasta sesenta centímetros o más. La inflorescencia contiene de 100 a 200 flores dispuestas en forma de espiral, fusionadas entre sí y con el tallo central, que dan origen a un fruto partenocárpico del cual la cáscara está formada por los sépalos y brácteas de la flor. Del tallo central brotan los hijos o retoños que serán el medio propagativo de la planta, entre los cuales existe la corona, que se localiza sobre la parte superior del fruto; los hijos basales que se forman en la base del fruto, los hijuelos del tallo que se desarrollan a partir de yemas axilares del tallo y los retoños que se originan en la base del tallo y por su proximidad al suelo presentan raíces propias (Jiménez 1999).

2.2 Requerimientos climáticos y edáficos

2.2.1 Temperatura

Es el principal factor climático que determina el crecimiento de las diferentes partes de la planta, por lo tanto su desarrollo. El crecimiento de raíces y hojas es prácticamente nulo a temperaturas menores de 21 °C y a mayores de 35 °C. El máximo crecimiento se da entre los 30 °C y 31 °C el mejor desarrollo de la planta se obtiene donde la temperatura anual está entre los 24 °C y 27 °C (Reyes 1999).

2.2.2 Precipitación

La piña es poco exigente en agua pues sus condiciones morfológicas favorecen un mejor aprovechamiento de ella. La precipitación óptima es entre 1.200 a 2.000mm; sin embargo, lo importante es la distribución de ésta a través del ciclo del cultivo (Reyes 1999).

2.2.3 Luminosidad

Es un factor muy ligado a la temperatura y a veces no se puede determinar la parte que corresponde a cada uno de esos factores. La luminosidad ejerce una acción muy marcada en el rendimiento. Investigaciones han demostrado que a cada disminución de las radiaciones en un 20% corresponde una disminución media en el rendimiento, cosa que está ciertamente en relación con la síntesis de los hidratos de carbono en las hojas y con la utilización del nitrógeno por la planta; además, influye en la floración del fruto, luminosidad normal presenta un aspecto brillante (Reyes 1999).

2.2.4 La altitud

Está relacionada con luminosidad y temperatura, por ejemplo, la floración es más temprana en lugares altos, por conjugación de periodos de poca luminosidad y descenso en la temperatura. El ciclo de la planta es por lo general, tanto más corto cuanto más cercano esté la plantación al Ecuador y, en una misma latitud más corta cuando más cercana se haya al mar. Lo óptimo es alcanzar 100 horas luz como promedio (Reyes 1999).

2.2.5 Viento

La piña es poco resistente a largos períodos de viento, disminuyendo su talla hasta en un 25% cuando va acompañada de lluvias abundantes los hongos penetran por heridas o roturas que pueden causarse por el frotamiento de las mismas hojas (Reyes 1999).

2.2.6 Suelo

El cultivo de piña requiere de suelos de buen drenaje, permeable suelo franco limosos, y con pH de 5 a 6. Debe evitarse la siembra en suelos arcillosos, de mala estructura y pobre drenaje (Reyes 1999).

2.3 Variedades de piña

Existe un gran número de variedades de piña, pero sólo unas pocas son comercializadas de manera importante. A continuación se nombran las mas utilizadas a nivel mundial: Española de Singapur, Selacia Verde, Reina, Española Roja, Perola y Perolera (De la Cruz 2002).

En Costa Rica, los principales materiales utilizados en la producción de piña fueron Champaka, Monte Lirio y Cayena Lisa. Sin embargo, en los últimos años, la variedad MD-2 ha desplazado a los materiales tradicionales.

2.3.1 Variedad MD-2

En Costa Rica el material más cultivado es el MD-2 el cual es un híbrido entre 58-1184 X 59-443 creado por el Instituto de Investigación en Piña (Pineapple Research Institute, PRI) el cual se dedica a la investigación y desarrollo de nuevas opciones para el fitomejoramiento del cultivo de piña en Hawai. Este híbrido se caracteriza por su madurez temprana, ya que crece rápidamente y llega a tener un peso adecuado para la inducción floral tres meses antes que la variedad Champaka, dependiendo de las condiciones de desarrollo y tiempo del año. La planta de MD-2 produce una fruta de hombros cuadrados sobre un pedúnculo corto y dos o más retoños. La pulpa es firme, con mejor aroma y mejor grados brix (Jiménez 1999).

2.4 Preparación de suelo

Una vez seleccionado el lugar de siembra, se procede a hacer el trazo de la plantación. Si el terreno es inclinado el trazo se hará en curvas a nivel, si es plano puede usarse el diseño deseado. La preparación del suelo es de gran importancia para esta planta que cuenta con un sistema radicular frágil y superficial. Se debe dar varias pasadas de rastra en forma cruzada con el fin de lograr una mejor incorporación de la maleza. Además, se recomienda dos subsoladas en forma cruzada de 30 a 40cm de profundidad con el fin de evitar la compactación, posteriormente se realiza una rastreada y por último se pasa el rotocultivador para desmenuzar más el terreno. Es importante que el terreno quede libre de malezas y bien afinado (Reyes 1999).

2.4.1 Encamado

La formación de camas se hace mecánicamente mediante el uso de una encamadora de un ancho de 23 a 24", profundidad de 8" y la distancia de 26 a 28" quedando entre centro y centro de cama entre 48 y 50" (Reyes 1999).

2.4.2 Drenaje

Esta medida se toma para eliminar erosión por parte del agua y prevenir estancamiento de agua que van afectar el cultivo. Se debe trabajar siguiendo curvas a nivel con una red de drenaje secundarios con pendientes de 1% que llevarán las aguas a los drenajes primarios. Estos se hacen con surcador o ampliador (Reyes 1999)

2.5 Siembra

Este cultivo se puede sembrar todo el año siempre y cuando se cuente con un sistema de riego. Se debe implementar una siembra sincronizada para que la cosecha se programe de acuerdo con la venta y mercadeo del producto (Reyes 1999).

2.5.1 Selección de semilla

Debe seleccionarse la semilla por tamaño y tipo, para uniformizar cada área de cultivo. En el Cuadro 1, se presenta los tipos de semilla y algunas características de ellos. Cualquiera de estos materiales que se deseen sembrar debe seleccionarse y desinfectarse en forma de inmersión en una solución de fungicida e insecticida: Fosetil Al 2,5 g. o Benomil 1,5 g., más Diazinón 1,75cc por cada litro de agua. Después del tratamiento se deja escurriendo y es llevado al campo de siembra. Debe sembrarse a una profundidad adecuada de modo que al crecer y fructificar no sufra volcamiento por el peso de la fruta y el efecto del viento, debe de usarse una espátula que permita profundizar el hijuelo (Reyes 1999).

Cuadro 1. Tipos de semilla de piña y sus características

Tipo de semilla	Localización en la planta	N° de semillas por planta	Peso de la semilla (g)
Corona	Parte superior del fruto	1	150 a 400
Bulbillo	En el pedúnculo de la fruta	1 a 3	100 a 200
Yema	Axila de las hojas	3 a 5	200 a 450

Fuente: Reyes 1999

2.5.2 Sistema de siembra

2.5.2.1 Sistema Hawaiano o de hileras dobles

En este sistema, las plantas se siembran en doble hileras. El ancho de cama varía de 1 a 1,1 mientras que la distancia entre planta puede va de 0,25m y 0.30m. La densidad aproximada de plantas por hectárea podría estar entre 61.013 y 72.063, dependiendo de la combinación del ancho de la cama y la distancia de siembra entre planta (Brenes 2010)¹.

2.5.3 Resiembra

Debe recorrerse el área sembrada a los 15 y 22 días después para reemplazar aquellas plantas perdidas para uniformizar la plantación (Reyes 1999)

2.6 Manejo del cultivo

2.6.1 Fertilización

El nitrógeno y el potasio son los nutrimentos más importantes para la piña. El nitrógeno influye sobre el rendimiento y el potasio sobre la calidad de la fruta, principalmente. En los primeros estados de desarrollo se recomienda la aplicación de fósforo para contribuir a un buen desarrollo radical. En el Cuadro 2, se presenta un posible plan de fertilización para el primer año. Sin embargo, debe enfatizarse en la necesidad de realizar el respectivo análisis de suelo para fundamentar la fertilización de acuerdo a sus condiciones (Sornosa 2007).

Cuadro 2. Programa de fertilización durante el primer año.

Edad por Planta (meses)	Formula Fertilizante	Cantidad/planta (N-P-K) (g)
1	12-24-12 ó 10-30-10	17
2.5-3	15-15-15	17
3.5-5	15-15-15	17

¹ Brenes Cristian 2010. Evaluación preliminar de la floración natural del cultivo de piña (*Ananas comosus*) de acuerdo a cuatro zonas altitudinales de la Región Huetar Norte de Costa Rica. (Comunicación personal). Las Delicias, Aguas Zarcas, Alajuela, CR.

El modo de aplicación del fertilizante granulado es colocarlo al lado de cada planta, en la parte interna de las hileras gemelas. Después de las aplicaciones al suelo es conveniente que la fertilización sea foliar. En esta etapa se aplica nitrógeno y potasio, dividido en aplicaciones foliares cada dos semanas y se usan fuentes como úrea, nitrato de potasio o sulfato de potasio y elementos menores principalmente zinc, que es un nutrimento de gran importancia para la piña, así como también el hierro y el magnesio (Sornosa 2007).

2.7 Inducción floral

La inducción floral se realiza entre los seis y nueve meses después de la siembra o cuando las plantas hayan alcanzado un peso promedio de 2,5 a 2,7kg, dependiendo de la época. En teoría, un hijo aumenta 0,3kg de peso por mes. Cuanto más pesa al momento de la siembra más rápido llega al forzamiento. Existen dos métodos para inducir la floración (Salvador 2007).

2.7.1 Inducción floral con gas Etileno

Este proceso es más complicado porque requiere equipo especial que consiste de una máquina con: a) un área donde se carga el carbón activado y el agua; b) una cámara donde se realiza la absorción del gas sobre las partículas de carbón activado; y c) un área de controles, bombeo y operación de la aplicación. El forzamiento se realiza con 1,12 – 2,36 kg/ha de Etileno mezclado con 27kg de carbón activado ('Darco HDR' - charcoal) o 2,25kg por cada 378 litros de agua en un volumen de agua de 7,000-11,000 litros por hectáreas. Se deben realizar dos aplicaciones espaciadas de dos a tres días, en horas de la noche. Es de primordial importancia usar equipo de protección personal durante la aplicación, que incluye guantes, overol, botas de hule, mascarilla con filtro, anteojos y sombrero, y sobre todo evitar fumar durante este proceso ya que este gas es altamente inflamable (Salvador 2007).

2.7.2 Inducción floral con Etephón (Ethrel)

Otra manera de realizar el forzamiento es con Ethrel 48 SL a 3,0-4,7 l/ha con una aplicación de urea (20-40 kg/ha). Una dosis de Ethrel 48 SL más alta se debe usar cuando las condiciones de inducción son difíciles (altas temperaturas por la noche o días largos) y una dosis más baja cuando la

aplicación se hace durante los meses fríos durante la noche (octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero). El volumen de aplicación es de aproximadamente 2.000 litros de agua por ha. El pH del agua debe ser regulado usando hidróxido de calcio o carbonato de calcio, para llevarlo entre 8 y 9 de pH (la cantidad de cal varía según el agua de cada zona). Los productos cálcicos se deben mezclar primero y después se agrega la urea (Salvador 2007).

Es necesario realizar una segunda aplicación transcurridos los siete días, todas las aplicaciones para la inducción floral se realizan después de las 9:00 p.m. al follaje, cuando la temperatura ambiente es inferior a 26,7 °C. Con el uso de Etefón existen menos riesgos comparado con el uso de gas etileno. Es de suma importancia recordar que no se debe fertilizar el cultivo con nitrógeno en las cuatro semanas antes del forzamiento porque las concentraciones de nitrógeno bajan considerablemente la eficiencia del forzamiento, ya que generan crecimiento vegetativo nuevo en lugar de promover el crecimiento reproductivo (Salvador 2007).

2.7.3 Cosecha

Es preciso conocer el período que transcurre entre la inducción de la floración y la cosecha. A partir de 140 días (4,5 meses) de realizado la inducción floral, se debe estar alerta y hacer inspecciones a fin de observar el estado de desarrollo, el tamaño y el grado de madurez alcanzado por la fruta. El desarrollo y la madurez de la fruta se inician de la parte basal a la corona y cuando está sazona, es de color verde pálido, las bayas son grandes planas y suculentas, esto sucede alrededor de los 5,5 meses (160 días) después de la inducción. La cosecha se realiza en forma manual y la fruta debe de manipularse con mucho cuidado durante la cosecha, el transporte y en la planta empacadora, evitando golpes y magulladuras (Sornosa 2007).

2.7.4 Transporte

La ubicación de los cultivos, sus vías internas, el acceso a la vía principal, la distancia y el estado de las mismas hacia el centro de acondicionamiento y empaque son aspectos que se deben evaluar para que las

piñas puedan estar en el mínimo tiempo posible bajo condiciones controladas. Para trasladar las piñas desde del cultivo al centro de acondicionamiento, se recomienda el uso de remolques, camionetas o camiones adecuados para tal fin. La disponibilidad de techo falso o de doble cubierta, carpa térmica y/o cortinas laterales de corredera para una fácil y rápida operación de cargue y descargue son elementos que mantienen la temperatura de almacenamiento de la fruta. Estos equipos deben mantenerse limpios y desinfectados, además de contar con un buen sistema de amortiguación: llantas a baja presión, piso nivelado y superficie lisa de tal forma que se puedan manipular fácilmente las bandejas o estibas. En el traslado de las piñas a granel se recomienda el uso de material sobre la plataforma del vehículo de tal forma que se eviten temperaturas extremas y que amortigüen los golpes de los productos durante el desplazamiento (Medina 2002).

2.8 Nociones sobre la fisiología de la diferenciación floral

Según Pinto da Cunha (2005) la floración es un proceso único e integrado de naturaleza muy compleja y multifactorial de control, que se ha estudiado ampliamente, desde la ecofisiología a la biofísica.

La floración es un cambio de crecimiento indeterminado a determinado, consiste en el establecimiento de nuevos linajes celulares, que dará como resultado el establecimiento de una nueva identidad celular. En el crecimiento vegetativo, los meristemas apicales, por su actividad mitótica seguida de procesos de elongación, diferenciación y morfogénesis presentan un crecimiento localizado e indeterminado que dará origen a órganos y tejidos del cuerpo primario de la planta, mientras que un meristemo reproductivo es similar a un meristemo vegetativo, pero existe un cambio en la sincronía celular y en las regiones de división celular. En la floración cambia la actividad y diferenciación del meristemo vegetativo a meristemo reproductivo, por cuya acción se originarán los componentes de la flor. Se puede entender la floración como la inducción y formación de los primordios florales. Factores internos (hormonales y nutritivos) y factores externos (luz y temperatura) condicionan la inducción o estimulación floral (Zamora 2006, Taiz y Zeiger 2002, Salisbury y Ross 1991).

La mayoría de las plantas reaccionan a las señales ambientales que regulan la transición en la floración, ya que todos los individuos de una especie de flor se sincronizan para el éxito de los cruces y también, para completar la reproducción sexual en virtud de las condiciones externas favorable (Taiz y Zeiger 2002, Salisbury y Ross 1991). En general, la floración natural se ve estimulada por los cambios periódicos de carácter estacional de las condiciones climáticas, como fotoperiodicidad, temperatura, y el equilibrio hídrico (Pinto da Cunha 2005).

El inicio de la floración se desencadena por un cambio en la pauta de diferenciación del meristemo vegetativo a meristemo floral dentro de una organización estructural génica compleja y diversos niveles y rutas de diferenciación. En general, las condiciones fotoperiódicas son percibidas por las hojas y no directamente por los meristemas: la luz produce un estímulo de floración en las hojas y posteriormente se inicia la floración en los meristemas (evocación) (Zamora 2006 Taiz y Zeiger 2002; Salisbury y Ross 1991).

La intensidad y la duración de la luz diaria no es el único factor inductor de la floración. La temperatura sufre también variaciones estacionales y fluctuaciones diarias que pueden llegar a afectar a la planta, la cual usa de estas variaciones como señales de estímulo para la regulación de su ciclo de desarrollo. Por lo general, las bajas temperaturas han sido asociadas con la inducción de la floración. Los tratamientos fríos a una planta joven puede inducir la floración, esta promoción específica de la floración se le conoce como vernalización, el cual es un fenómeno inductivo y de carácter no general que provoca una potencialidad o aptitud para la floración, pero no una inmediata evocación de ella. Además, el sitio de la percepción de la inducción floral por el frío es en las propias yemas. Basta un tratamiento frío que afecte únicamente a las yemas para que ocurra la inducción floral y, por el contrario, una acción localizada únicamente en otros órganos vegetativos de la planta, que no afecte a los meristemas no induce el estado floral de las yemas (Zamora 2006, Taiz y Zeiger 2002, Salisbury y Ross 1991).

2.8.1 Floración Natural en piña

Es un proceso muy complejo que presenta varios inconvenientes. Según Pinto da Cunha (2005), “las plantas tienden a florecer a fines de otoño a comienzos de invierno, aunque también puede ocurrir en otras estaciones del año, dependiendo de la región. La floración natural puede provocar graves pérdidas a los productores de todo el mundo, porque afecta a la gestión de cultivos, cosecha y venta de frutas. Estas pérdidas se agravan si la floración es precoz, cuando las plantas no son suficientes para producir frutos con valor comercial. Este hecho se ha demostrado tanto en las plantaciones comerciales y experimentales.”

Las plantas grandes son más susceptibles a los problemas de floración natural; sin embargo, las plantas pequeñas también pueden ser susceptibles a la inducción floral por factores internos como los hormonales y nutrición u externos como temperatura y luz. La floración natural varía de año en año según las estaciones y las regiones productoras, y su suceso aumenta en las zonas de mayor altitud y latitud. En las principales regiones productoras del mundo, la ocurrencia natural de floración varía de 20% a 80% (Pinto da Cunha 2005)

2.8.1.1 Factores que intervienen en la floración natural

Pinto da Cunha (2005) menciona que el estado fisiológico y el estado nutricional de la planta o bien factores ambientales, tales como: duración del día (fotoperíodo) y la temperatura son factores que intervienen en la floración de la piña. Una diferencia mínima entre el día y la noche es necesaria para obtener flores naturales, además del efecto de días cortos. La sequía es otro factor que puede estimular la diferenciación floral en las zonas donde los cambios de temperatura y fotoperiodicidad son pequeñas (zonas tropicales). Este autor reporta floración natural en Hawai entre diciembre y enero, cuando hay temperaturas mínimas inferiores a 15°C, generalmente por la noche. Además, plantas expuestas a temperatura constante de 25°C presentan elevados índices de la floración en fotoperíodo de ocho horas, en comparación con fotoperíodo de 16 horas.” Pinto da Cunha (2005) concluye que la floración en piña está controlada por el fotoperíodo y que no están directamente influenciadas por el peso en seco de la planta ni el metabolismo CAM.

Según Murcia (2006), citado por Bernal *et al.* (2007), los cambios climáticos que ocurren en la Zona del Cantón Santo Domingo de los Colorados, producen variaciones fisiológicas en el cultivo de la piña, como por ejemplo: un desarrollo desuniforme de la planta (peso y tamaño), problemas de floración natural (espontánea) y madurez prematura de los frutos de piña. Este investigador menciona que el problema de floración natural se produce por estrés fisiológico resultante del mal manejo de la plantación y la mala calidad de la semilla (colines, brotes, etc.). Otros factores en el manejo agronómico de una plantación de piña que pueden causar un estrés e inducir la floración natural y presencia de frutos de mala calidad son: la mala preparación del terreno, ineficiente manejo del cultivo (malezas, plagas y enfermedades), problemas de fertilización, y deficientes programa de riego y drenaje (Bernal *et al.* 2007). Para reducir el problema de la floración natural, este autor menciona que un buen programa de labores culturales que considere la fertilización, el riego, el control de plagas y enfermedades permitirá obtener plantas vigorosas que soporten las variaciones climáticas. Sin embargo, Sornosa (2007), detalla que a pesar de aplicarse buenos programas de fertilización, riegos programados, adecuados drenajes, controles de malezas, de plagas y enfermedades; el problema de la desuniformidad y de floraciones naturales se presenta frecuentemente pero en menor grado.

Según Pinto da Cunha (2005) " algunos investigadores afirman que el período entre la plantación y la maduración de la fruta está en función del tipo y el peso del material de siembra. También Pinto da Cunha señala que la edad de la planta en el período propicio para la inducción floral también está relacionada con el proceso, además de los factores ambientales y culturales que afectan a los tratamientos de crecimiento vegetativo de las plantas. "Sin embargo, este investigador reporta que el efecto directo de la baja temperatura en la floración natural no se conoce. Las bajas temperaturas y el acortamiento de los días probablemente causa un aumento de producción de etileno en el meristemo apical y en la parte basal de color blanco de la hoja y, por tanto, estimular la floración (Pinto da Cunha 2005).

Basándose en el hecho de que la floración de piña puede ser inducida artificialmente por la aplicación de varias sustancias químicas que estimulan la

producción y actividad del etileno, se puede decir, hipotéticamente, que las flores naturales se rigen por el etileno producido por factores endógenos. (MIN y Bartolomé, 1993 citado por Pinto da Cunha (2005). Una vez que la planta ha alcanzado un tamaño adecuado para ser susceptible a la inducción floral, los factores ambientales que promueven la floración son los que tienden a reducir la tasa de crecimiento vegetativo, como la reducción de nutrientes, el abastecimiento de agua, la temperatura, la duración del día y la radiación solar (Pinto da Cunha 2005).

2.8.1.2 Control natural de floración

La floración puede ser prevenida a través de: a) la interrupción de la noche o período de oscuridad con la luz, b) el aumento de la temperatura, c) poda de hojas y ramas, d) el corte de suministro de agua, e) la aplicación de productos químicos. En el caso de la piña, algunas prácticas han ayudado a reducir la floración natural, como por ejemplo: a) la siembra de retoños, hojas o coronas que alcanzan un tamaño y peso antes de la floración b) la utilización de material de plantación que puede pasar por el período de inducción natural, sin haber alcanzado el vigor suficiente para responder a estímulos ambientales, c) una gestión adecuada de la cosecha, a fin de convertir las plantas menos sensibles a los inductores naturales de floración; d) o, finalmente, para llevar a cabo la inducción artificial y evitar así los efectos de factores climáticos (Pinto da Cunha 2005). Según Bartolomé (1996) citado por Pinto de Cunha (2005), la floración natural de la piña puede ser minimizada por el cultivo de plantas en las mejores condiciones posibles y sólo una pequeña proporción de los retoños y hojas serán susceptibles a ésta.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del estudio

El estudio se realizó en la Región Huetar Norte, específicamente en las zonas de Guatuso, Pital, Los Chiles y San Rafael de Rio Cuarto de Grecia (Figura 1).



Figura 1. Ubicación de los diferentes puntos de muestreo donde se realizó los diferentes muestreos, para determinar la incidencia de floración natural en piña, variedad MD-2.

3.2 Materiales

3.2.1 Estaciones meteorológicas

Se recurrió a estaciones meteorológicas ubicadas en las zonas de Muelle, Upala y Las Delicias de Aguas Zarcas.

3.2.2 Sistema de posicionamiento global (GPS)

Para evaluar la altitud y la ubicación geográfica de las parcelas a muestrear y de las estaciones meteorológicas se utilizó un GPS marca Garmin 48.

3.2.3 Plantaciones de piña

Se utilizaron plantaciones de piña de la variedad MD-2 que fueron establecidas durante el año 2008. Donde las plantas de San Rafael de Río Cuarto presentaba una edad de 6 meses, la de Los chiles 6 meses, Pital 6 meses y Guatuso 7 meses de edad.

3.2.4 Evaluación de la floración

Se utilizó contadores manuales (marías), contabilizando cuantas plantas habían de acuerdo a los diferentes eventos de diferenciación floral que habían.

3.2.5 Cámara fotográfica

Se utilizó una cámara digital para tomar fotografías de las plantas, parcelas, estaciones metereológicas y sobre la floración.

3.3 Procedimiento

3.3.1 Censo sobre la diferenciación natural de la floración

Se realizó un inventario de fincas de acuerdo a la zona y la altura, posteriormente se seleccionó las áreas para realizar el censo.

Para evaluar la floración natural, se utilizó la metodología recomendada por Montealegre (2009²). Se tomó una muestra de 890 plantas al azar, (se incluye bordes, centros y orillas de la plantación) por hectárea, donde se encontraron diferentes estadios florales, el estadio que se encontraba en mayor porcentaje fue el que se escogió para analizar contra la altura a la cual se encontraba el sitio de estudio mediante graficas estadísticas. Para determinar el porcentaje de floración natural simplemente multiplicamos la cantidad de plantas del estadio de floración que se encontraba en mayor cantidad por cien para luego dividirlo entre la cantidad total de plantas que constaba el muestreo (890 plantas). Para hacer la descripción de los estadios florales y la época en que se dio la floración natural se determinó con la colaboración del Ing. Cristian Brenes. Para correlacionar las bajas

²Montealegre Echandi, J. 2009. Evaluación preliminar de la floración natural del cultivo de piña (*Ananas comosus*) acuerdo a cuatro zonas altitudinales en la Región Huetar Norte de Costa Rica. (Comunicación personal). Las Delicias, Aguas Zarcas, Alajuela, CR.

temperaturas con la incidencia de diferenciación natural de la floración primero se recopilaron los datos de temperatura del 1 de enero al 30 de marzo del 2009 por cada una de las cuatro estaciones meteorológicas seleccionadas, una por lugar de muestreo. Posteriormente se tabularon y graficaron los datos meteorológicos, identificándose las semanas en que se presentaron bajas temperaturas que probablemente podría causar inducción floral. Para determinar en qué semana se produjo la posible inducción floral contamos hacia atrás el tiempo de acuerdo al desarrollo que tenía el fruto en ese momento, por ejemplo si el fruto tenía 45 días nos devolvemos esos días en el tiempo y establecemos el momento en que se produjo la inducción floral. Los datos obtenidos fueron analizados mediante graficas estadísticas.

3.3.2 Para crear una guía fotográfica y descriptiva de la floración natural.

Se seleccionó un área de 500 m² en finca Piñales las Delicias de Pital y se marcaron las plantas que serían fotografiadas durante el proceso de diferenciación floral. De esta área, se escogió una muestra de 50 plantas, de las cuales se seleccionaron dos, estas fueron fotografiadas cada cinco días. Cada sesión fotográfica fue acompañada con una descripción visual de las características de la flor. El periodo de toma de datos fue desde los 45 a los 150 días después de la floración. Esta guía fotográfica se realizó con fruta forzada.

3.4 Período de muestreos

Los muestreos se realizaron semanalmente durante un período de tres meses (marzo, abril y mayo), según los periodos (golpes) de frío de los meses de enero a marzo del 2009.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Censo sobre la floración natural a diferentes altitudes

La floración natural mostró un comportamiento creciente de acuerdo a la altitud del área evaluada (Figura. 2). En este estudio, Los Chiles presentó la altitud más baja de las cuatros zonas evaluadas, con 55 m.s.n.m. y el menor porcentaje de floración natural (4,5%), mientras que Pital, es el lugar de muestreo con la mayor altitud (133 m.s.n.m.) y con el porcentaje de mayor floración natural (26,6%). Los puntos intermedios San Rafael de Río Cuarto y Guatuso, cuyas altitudes son 72 y 122 m.s.n.m. respectivamente, obtuvieron datos de floración natural de 7,9% y 20,7% (San Rafael de Río Cuarto y Guatuso). Estos datos coinciden con lo reportado por Pinto da Cunha (2005), entre más altitud mayor floración natural.

Al comparar porcentualmente el incremento de la floración natural entre la localidad que tiene la menor incidencia y las otras localidades, los datos muestran los siguientes incrementos, 175,5%, 460% y 591% para San Rafael de Río Cuarto, Guatuso y Pital, respectivamente. La literatura reporta muy poca información sobre datos de floración natural; sin embargo, Pinto da Cunha (2005), menciona que en las principales regiones productoras de piña ésta varía entre un 20% y 80%. En el presente estudio, las zonas de Los Chiles y San Rafael de Río Cuarto presentaron la menor incidencia de floración natural que lo reportado por la literatura y se podrían convertir en zonas más aptas para producir este cultivo, al tener bajos porcentajes de este problema.

Uno de los problemas que genera la floración natural es la pérdida de fruta para exportación debido al factor de color alto en ella. Esto provoca que esta fruta sea utilizada para mercado interno (consumo fresco o agroindustria), cuyo precio es inferior al precio de la fruta de exportación. Los resultados de este trabajo indican que una plantación sembrada en Los Chiles, con un 4,5% de floración natural y con una densidad de 65.000 plantas por hectárea, produciría aproximadamente unas 2.925 frutas no aptas para exportación, mientras que Pital, con 26,6% de floración natural y con la misma densidad, se produciría aproximadamente 17.290 frutas por hectárea,. Esto indica que la

plantación en Pital generaría una mayor cantidad de frutas de descarte y por ende menos ingresos.

De acuerdo a estos datos, las plantaciones de piña ubicadas a altitudes superiores a los 72 m.s.n.m., presentaron mas del 20% de floracion natural. En este caso, como en los reportado en la literatura el problema no es la altitud, sino la temperatura o las variaciones de ésta.

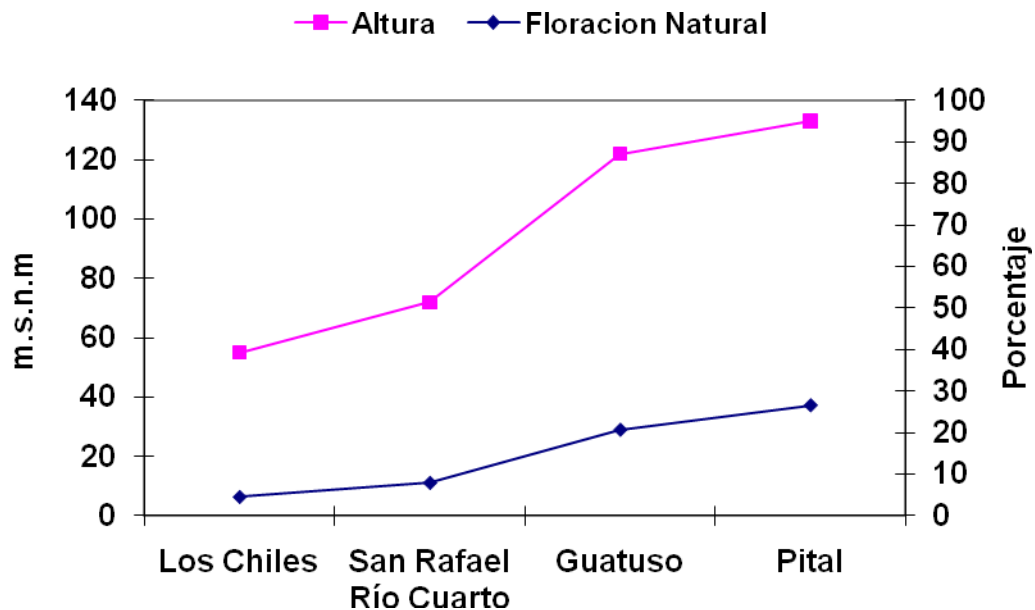


Figura 2. Porcentaje de floración natural en cuatro localidades de la Region Huetar Norte de acuerdo a la altitud, 2009.

4.2 Temperatura y floración natural

La temperatura es el factor ambiental más importante que afectan el crecimiento y desarrollo de una planta, algunas fases del desarrollo que son muy sensibles a este factor ambiental son: la germinación, la iniciación de la floración, la inducción e eliminación de la dormancia (Salisbury y Ross 1991, Taiz y Zeiger 2002). En el caso de la floración natural en piña, la temperatura es uno de los principales inductores, principalmente temperaturas inferiores a 21 °C o bien diferencias mínimas entre el día y la noche puede inducir a este problema (Pinto da Cunha 2005).

Durante los meses de marzo a mayo se cuantificó la floración natural, seleccionándose el estadio que se encontraba en mayor porcentaje. Con esta información se encontró que los eventos de temperatura que indujeron esta floración se dieron en las primeras 12 semanas del año (Cuadro 3). Este cuadro relaciona la semana en que se dio el evento inductor de la floración natural, en este caso la temperatura mínima, y la altitud de la zona muestreada, con la floración natural. Pital y San Rafael de Río Cuarto presentaron las temperaturas más bajas (18,8 °C), sin embargo, el efecto de esta temperatura en la inducción de la floración natural no es igual para ambas localidades. En el caso de Pital se presentó una floración natural superior al 26%, mientras que en San Rafael, ésta fue inferior al 8%. Si comparamos Guatuso y Los Chiles, las temperaturas mínimas reportadas fueron de 21,2 °C y 20,4 °C, respectivamente, pero los porcentajes de floración natural fueron de 20,7% y 4,5%, respectivamente. Por lo tanto, no necesariamente a menor temperatura la incidencia de floración natural es mayor, lo cual indica que existen otros factores que unidos a las bajas temperaturas desencadenan este proceso. Algunos factores mencionados en la literatura son: el estado fisiológico, el estado nutricional de la planta o el mal manejo agronómico como factores que pueden hacer más susceptible la planta de piña a la inducción floral natural por cambios de temperatura (Pinto da Cunha 2005, Bernal *et al.* 2007).

Cuadro 3. Relación de la temperatura mínima y altura de cuatro zonas de la Región Huetar Norte con el porcentaje de floración natural en piña, híbrido MD-2.2009

Lugar	Semana de inducción floral	Temperatura Min (°C)	Altura (m.s.n.m.)	% Floración natural
San Rafael	3	18,8	72	7,90
Guatuso	7	21,2	122	20,70
Pital	9	18,8	133	26,60
Los Chiles	12	20,4	55	4,50

La Figura 3 presenta las temperaturas promedio por semana durante las primeras 12 semanas del año 2009 por área evaluada. De acuerdo a esta figura, Pital y San Rafael de Río Cuarto presentan las temperaturas más bajas

durante las primeras doce semanas, lo cual coincide con los datos más altos de floración natural antes mencionados. Otro dato interesante de esta investigación es que en marzo se dieron periodos de bajas temperaturas que indujeron a este problema, siendo este mes por lo general un mes de temperaturas altas en la zona de estudio. En general es evidente que los eventos inductores de la floración natural se manifestaron a temperaturas no mayor a 21°C, temperaturas consideradas como detonantes de eventos de floración en plantas, lo cual coincide con lo reportado por Pinto da Cunha (2005).

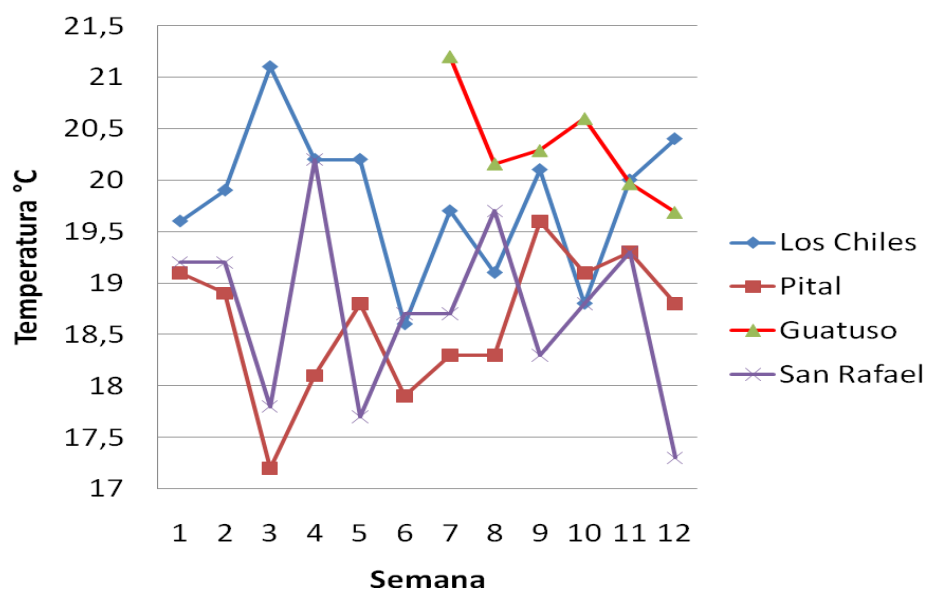


Figura 2. Temperaturas mínimas reportadas en las zonas de estudio, durante la investigación sobre floración natural, en las primeras doce semanas del año 2009.

Un dato importante de mencionar en este estudio fue la desuniformidad de la recolección de los datos meteorológicos. Esta información fue suministrada por estaciones meteorológicas cercanas a las fincas donde se realizó la evaluación y pertenecientes a empresas privadas. Uno de los problemas observados con la recolecta de la información es la desuniformidad en la toma y almacenamiento de datos. Por ejemplo, algunas empresas toman datos por horas, otros por días y otros por semana. En esta investigación se tomó los datos de temperatura como el promedio por semana, lo cual nos da el completo panorama de las fluctuaciones de esa variable ambiental. Lo más

recomendable sería tener un record de temperaturas mínimas por hora, lo cual permitiría determinar el periodo de frío y su duración en tiempo. Probablemente los datos de temperaturas mínimas recopilados en este trabajo, al ser un promedio por semana, no esta mostrando si durante un periodo de tiempo la planta fue expuesta a temperaturas que pudieron inducir este fenómeno. Como se mencionó anteriormente, la temperatura es uno de los factores ambientales más importantes en el desarrollo y crecimiento de una planta, las fluctuaciones diarias de la temperatura pueden llegar afectar la planta, la cual usa de estas variaciones como señales de estímulo para la regulación de su ciclo de desarrollo (Salisbury y Ross, 1991 y Taiz y Zeiger, 2002). Por lo tanto se requiere de datos más precisos. Al revisar la literatura sobre floración natural en piña y los datos climáticos asociados a este problema se habla en general de temperaturas promedio, pero en ninguno de los documentos se menciona el periodo de baja temperatura necesario para inducir a este evento. Por lo tanto, se requiere hacer un estudio más detallado del efecto de la temperatura sobre la inducción de la floración natural.

4.3 Guía fotográfica y descriptiva de la floración natural

Se presenta un set de fotografía sobre el desarrollo floral de la piña MD-2. (Figuras de 4 - 25) Esta guía permite al productor, al técnico o bien al investigador identificar el estadio floral y la posible edad de la inflorescencia. Además se puede determinar en qué momento sucedió la diferenciación natural de a inflorescencia.



Figura 3. Crecimiento de fruta 45 días después de floración (ddf). Brácteas verdes sin frutículos definidos, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.



Figura 4. Crecimiento de fruta 50 ddf. Brácteas superiores rosadas e inferiores verdes. Sin frutículos definidos, Finca Piñales las delicias, Méndez G. 2009.



Figura 5. Crecimiento de fruta 55 ddf. Brácteas totalmente rosadas. Sin frutículos definidos, Finca Piñales las Delicias, Méndez G 2009.



Figura 6. Crecimiento de fruta, 60 ddf. Frutículos basales definidos. Inicio de floración, primer cuarto, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.



Figura 7. Crecimiento de fruta, 65 ddf. Frutículos definidos. Floración en segundo cuarto inferior, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.



Figura 8. Crecimiento de fruta, 70 ddf. Frutículos definidos. Floración en el tercer cuarto, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009



Figura 9. Crecimiento de fruta 75 ddf. Frutículos definidos. Finalización de floración (flor alta), Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.



Figura 10. Crecimiento de fruta 80 ddf. Frutículos definidos. Finalización de floración (flor totalmente seca), Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.



Figura 11. Crecimiento de fruta 85 ddf. Floración seca frutículos rojizos corona en formación, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009



Figura 12. Crecimiento de fruta 90 ddf. Floración seca frutículos verdes corona en desarrollo, Finca Piñales las Delicias, Méndez G.2009.



Figura 13. Crecimiento de fruta 95 ddf. No hay flores y los frutículos son verdes corona casi desarrolla, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.



Figura 14. Crecimiento de fruta 100 ddf. Frutículos son verdes corona casi desarrolla, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.



Figura 15. Crecimiento de fruta 105 ddf. Fruta con corona casi desarrollada, frutículos parcialmente desarrollados con pigmentación verde-morado, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.



Figura 16. Crecimiento de la fruta 110 ddf. Fruta con corona casi desarrollada, frutículos parcialmente desarrollados con pigmentación verde-morado, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009



Figura 17. Crecimiento de la fruta 115 ddf. Fruta con corona casi desarrollada, frutículos parcialmente desarrollados con pigmentación verde-oscuro, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.



Figura 18. Crecimiento de la fruta 120 ddf. Fruta con corona casi desarrollada, frutículos parcialmente desarrollados con pigmentación verde-oscuro, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.



Figura 19. Crecimiento de la fruta 125 ddf. Fruta con corona desarrollada, frutículos parcialmente desarrollados con pigmentación verde-oscuro, Finca Piñales las Delicias, Méndez G.2009.



Figura 20. Crecimiento de la fruta 130 ddf. Fruta con corona desarrollada, frutículos totalmente desarrollados con pigmentación verde, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009



Figura 21. Crecimiento de la fruta 135 ddf. Fruta con corona desarrollada, fruta totalmente verde, Finca Piñales las Delicias, Méndez. G. 2009.



Figura 22. Crecimiento de la fruta 140 ddf. Fruta con corona totalmente desarrollada, fruta parcialmente verde, inicia pigmentación amarilla en la base de la fruta, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.



Figura 23. Crecimiento de la fruta 145 ddf. Fruta con corona totalmente desarrollada, parcialmente verde, presenta pigmentación amarilla en la base de la fruta, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009..



Figura 24. Crecimiento de la fruta 150 ddf. Fruta con corona totalmente desarrollada, quiebre de color evidente, la mayoría de los ojos muestran un 20 % de su área con color amarillo, Finca Piñales las Delicias, Méndez G. 2009.

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el estudio se concluye:

1. Existe una correlación positiva entre altitud y floración natural de piña.
2. De las zonas estudiadas, Los Chiles presentó el porcentaje de floración natural más bajo con un 4,5 %, lo que le da una ventaja para la producción de este cultivo con respecto al resto de las zonas productoras.
3. La floración natural puede ser inducida por bajas temperaturas y existen otros factores ambientales o de manejo agronómico que pueden provocar esta respuesta fisiológica.
4. Temperaturas inferiores a 21,2 °C indujeron la floración natural en el híbrido MD-2 el cual se cultiva en las diferentes zonas de estudio de la Región Huetar Norte.

6. RECOMENDACIONES

1. Es recomendable realizar un estudio más detallado sobre como la temperatura induce a la floración, incluyendo otras zonas de nuestro país donde se produce piña.
2. Se recomienda darle mayor amplitud al estudio en el sentido de correlacionar más la fisiología de la planta con la incidencia de la floración natural.
3. Se recomienda que la toma de datos meteorológicos sea más uniforme (por hora) debido a que estos son inconstantes, unos se toman por horas, días y otros por semanas en muchas empresas privadas.

7. LITERATURA CITADA

Bernal, M. Sornosa, L. Moreno, W. 2007. Madurez fisiológica prematura en plantas de piña (*Ananas comusus*). Variedad Goleen MD-2. Consultado 22 de febrero 2009. Disponible en <http://www.eluniverso.com>

CANAPEP (Cámara Nacional de productores y exportaciones de piña). 2009. Estadísticas de exportaciones. Consultado el 9 de noviembre de 2009. Disponible en www.canapep.com.

Consejo Nacional de Producción. 2004 Frutas y vegetales. Subgerencia de Desarrollo Agropecuario, Dirección de Mercadeo y Agroindustria. San José, Costa Rica. 8-2-05. http://www.mercanet.cnp.go.cr/SIM/Frutas_y_Vegetales/documentospdf/Frutas_frescas_9-6-2004.pdf

De la Cruz, M.J. 2002. Operaciones postcosecha de la piña. Consultado el 14 de Abril de 2010. Disponible www.fao.org/inpho/content/.../AE614s01.htm.

Jiménez, D.J. 1999. Manual práctico para el cultivo de la piña de exportación 1ª ed. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Pinto de Cunha, G.A. 2005. Applied Aspects of Pineapple Flowering. *Bragantia*: 64(4). Consultado 24 de Febrero 2009. Disponible en <http://www.scielo.br>.

Reyes, R. 1999. Manual técnico: Buenas prácticas en el cultivo de la piña. Panamá. Consultado 18 de febrero 2009. Disponible en <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BIBLIOTECAVIRTUAL/MANUALPIÑA.PDF>.

Salazar, A.O. 2008. La producción de piña en Costa Rica. Consultado 16 de febrero de 2009. Disponible en:
http://www.aseprola.org/media_files/download/supermarktstudieESP.pdf.

Salvador, A.J. 2007. Manual para la inducción Floral (forza) en piña. Consultado el 14 de Abril de 2010. Disponible en www.fintrac.com/.../USAID_RED_Manual_Induccion_Floral_esp.pdf - Similares

Salisbury, F.B., Ross C.W. 1991. Plant Physiology. Ed. Wadsworth Inc. California. Estados Unidos. 682 p.

Sornosa, L. 2007. Informe Técnico. Desarrollo del cultivo de piña. Hacienda San Antonio. ESPE-Santo Domingo, EC.

Taiz, L., Zeiger, E. 2002. Plant Physiology. Tercera Edición. Ed. Sinauer Associated, Inc. Sunderland, MA. Estados Unidos. 690 pp.

Zamora, B.R. 2006. Fisiología de la floración. Consultado el 3 de setiembre del 2009. Disponible en www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r24249.DOC

