



**UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS HURACÁNES EN LA
PRODUCCIÓN DE FRUTOS CÍTRICOS EN LAS
CONDICIONES DE JAGÜEY GRANDE**

BÁRBARA SAMA MOLINET



**Trabajo presentado en opción al Título de
Especialista en Fruticultura Tropical**

**Jagüey Grande
2018**



UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS HURACANES EN LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS CÍTRICOS EN LAS CONDICIONES DE JAGÜEY GRANDE

Tesis presentada en opción al Título de
Especialista en Fruticultura Tropical

Autor: Ing. Bárbara Sama Molinet

Tutor: Dr. C. Miguel Aranguren González

Jagüey Grande
2018

DEDICATORIA

A mi familia. En especial a mi hija.

AGRADECIMIENTOS

A mi tutor Dr. C. Miguel Aranguren González por la certera orientación y toda la cooperación, dedicación, entusiasmo y apoyo brindado durante el trabajo de análisis, redacción y presentación de estos resultados de investigación.

A la compañera MSc. Nancy Gómez Díaz especialista de Cosecha de la Dirección de Producción de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” por su apoyo y asesoría en el desarrollo de las bases de datos de producción estimada y cosecha.

Al profesor Dr.C. Ramón Liriano González por su empuje constante.

A todos los profesores por sus enseñanzas.

A todos muchas gracias

RESUMEN

Entre los peligros asociados al cambio climático se informa la elevación de la temperatura, cambios en los regímenes de precipitaciones y mayor frecuencia de eventos meteorológicos extremos como huracanes y ciclones tropicales que afectan el ciclo fenológico de los cultivos y su producción. En los cítricos se ha establecido una relación directa entre el número final de frutos y la cantidad de flores producidas, procesos que dependen en gran medida de los factores ambientales y el manejo del cultivo. Se analiza la relación del comportamiento anual de la producción asociada a eventos meteorológicos extremos como los huracanes. La frecuencia en el paso de huracanes de alta intensidad, ha causado afectaciones en el ciclo fenológico de las plantas y su producción con pérdidas económicas importantes.

Palabras clave: cambio climático, fenología, huracanes.

INDICE	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. El clima y su impacto en la agricultura.....	3
2.1.1. Conceptos y definiciones	3
2.1.2. Importancia de la climatología agrícola	4
2.2. El cambio climático	5
2.2.1. Conceptos y definiciones	5
2.2.2. Impactos del cambio climático en la agricultura	6
2.2.3. Estrategias para la mitigación y adaptación al cambio climático	8
2.2.4. El cambio climático en Cuba	10
2.3. Influencia del clima en la producción de cítricos.....	12
2.3.1. Efectos del clima en la floración y cuajado del fruto	12
2.3.2. Efectos del clima en el crecimiento y calidad del fruto	14
2.4. Los huracanes y su impacto en la agricultura.....	16
3. MATERIALES Y METODOS.....	18
3.1. Localización y características del área de estudio	18
3.2. Material vegetal y manejo general de las plantaciones.....	18
3.3. Características de los huracanes que han impactado en Jagüey Grande ..	19
3.4. Producción y rendimiento de los cítricos tras el paso de los huracanes ...	19
3.4.1. Tendencias de la producción de cítricos anual estimada y pérdidas	19
3.4.2. Rendimientos estimados en naranjas y real después de los huracanes	20
3.4.3. Rendimientos estimados en pomelos y real después de los huracanes	20
3.5. Impacto de los huracanes en la fenología y la caída de los frutos.....	20
3.5.1. Impacto del huracán Michelle en la fenología de las plantas	20
3.5.2. Impacto del huracán Irma en la caída de frutos durante la maduración	21
3.6. Valoración económica del impacto de los huracanes en los cítricos	21
3.6.1. Pérdidas de frutos por el paso del huracán Irma y recuperación	21
3.6.2. Análisis general de las pérdidas por el paso de los huracanes	21

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1. Características de los huracanes que han impactado en Jagüey Grande ..	22
4.2. Producción y rendimiento de los cítricos tras el paso de los huracanes ...	25
4.2.1. Tendencias de la producción de cítricos anual estimada y pérdidas	25
4.2.2. Rendimientos estimados en naranjas y real después de los huracanes	28
4.2.3. Rendimientos estimados en pomelos y real después de los huracanes	29
4.3. Impacto de los huracanes en la fenología y la caída de los frutos	30
4.3.1. Impacto del huracán Michelle en la fenología de las plantas	30
4.3.2. Impacto del huracán Irma en la caída de frutos durante la maduración	33
4.3. Valoración económica del impacto de los huracanes en los cítricos	34
4.3.1. Pérdidas de frutos por el paso del huracán Irma y recuperación	34
4.3.2. Análisis general de las pérdidas por el paso de los huracanes	35
5. CONCLUSIONES	40
6. RECOMENDACIONES	41
7. BIBLIOGRAFÍA	42

1. INTRODUCCIÓN

Los rendimientos en este cultivo pueden estar limitados por un conjunto de factores, bióticos y abióticos tales como: clima, suelo, potencial genético de los cultivares, uso de patrones, nutrición, riego, control de malezas; así como la presencia de plagas y enfermedades (Pérez, 2001).

Las evidencias mostradas por la comunidad científica en relación con el cambio climático ponen al desnudo la realidad de que este es un proceso global en curso, que ha estado despertando mayor interés por los gobiernos que en gran cuantía se suman al enfrentamiento y conocimiento de esta realidad, por la importancia de sus efectos ambientales y sociales (Panel Intergubernamental de Cambio Climático [IPCC], 2007c).

Si bien el cambio pronosticado en las condiciones del clima es de ámbito global, tendrá diferente intensidad en las distintas regiones, conduciendo a la implementación de escenarios productivos alternativos a los actuales, con distintas limitantes y con el cambio de las fronteras agrícolas y productivas en muchas de las regiones citrícolas actuales. Para un escenario futuro los modelos climáticos estiman un aumento de la precipitación de 2-3 % en la media acumulada anual para el 2020, e incrementos de la temperatura media anual de un 1,0 a 1,3 °C.

Las islas son especialmente vulnerables al cambio climático, y la condición de archipiélago de Cuba la convierte en uno de los países más vulnerables. El comportamiento observado en el clima durante las últimas cuatro décadas es consistente y sugiere la existencia de una variación importante a partir de la década de los años 70, con incrementos de la temperatura media anual del aire (0,5°C), de la frecuencia de afectación de eventos climáticos extremos, como las lluvias intensas y las tormentas locales severas (IPCC, 2007c); así como un marcado efecto de la desertificación y la degradación de los suelos que afectan a 1,58 millones de hectáreas, o sea, 14 % del total del país (Vázquez *et al.*, 2007 y Rodríguez, 2009 citados por Betancourt *et al.*, 2009).

“El termino cambio climático denota un cambio en el estado del clima identificable (por ejemplo mediante análisis estadísticos) a raíz de un cambio del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente cifrado en decenios o en períodos más largos. Denota todo cambio del clima a lo largo del tiempo, tanto si es debido a la variabilidad natural como si es consecuencia de la actividad humana” .

Algunos de los peores impactos esperados del cambio climático están relacionados con la variabilidad climática y eventos extremos. Estos cambios pueden alterar el ciclo fenológico de los cítricos y provocar cambios en la bioecología de las plagas y enfermedades, variaciones en la dinámica de las plantas, con cambios en la estructura de los costos (mayores costos para obtener los mismos resultados productivos).

Problema: ¿Cómo influyen los eventos meteorológicos extremos como huracanes o ciclones tropicales en la producción y rendimiento de los cítricos en Jagüey Grande?

Hipótesis: Si se estudian los impactos de los huracanes se podrá conocer su efecto sobre la producción y el rendimiento de los cítricos en Jagüey Grande.

Objetivo general

Determinar los impactos del paso de huracanes en la producción y estado fenológico de las plantaciones de cítricos en Jagüey Grande.

Objetivos específicos

- Caracterizar los huracanes que han impactado las plantaciones de cítricos en la última década en Jagüey Grande.
- Definir la tendencia de la producción de cítricos anual acumulada durante las cosechas analizadas tras el paso de huracanes por Jagüey Grande.
- Determinar el impacto de los huracanes en la fenología y caída de frutos en naranjas y pomelos al paso de los huracanes Michelle e Irma por la empresa.
- Establecer las afectaciones económicas en la producción de cítricos por el paso de los huracanes en Jagüey Grande.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. El clima y su impacto en la agricultura

2.1.1. Conceptos y definiciones

El clima se ha definido según el Vocabulario Meteorológico Internacional, como el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evolución del tiempo en una porción determinada del espacio; se plantea también, que son los cambios en el tiempo atmosférico promedio en una región, para un período relativamente largo, por lo general meses, años o más (Paz *et al.*, 2008).

Marrero *et al.* (2004) en su definición del tiempo atmosférico plantea que está vinculado con las condiciones de la atmósfera en un lugar determinado para un período de tiempo relativamente corto, normalmente de días o semanas. Inzunza (2005) explica que para la clasificación del clima el esquema más conocido y de mayor aplicación es el de Köppen, que lo divide en los siguientes grupos reconocidos mediante letras mayúsculas:

- A. Clima tropical lluvioso. (En todos los meses la temperatura media superior es de 18 °C, no existe estación invernal y las lluvias son abundantes).
- B. Climas secos (La evaporación es superior a la precipitación).
- C. Climas templados y húmedos (El mes más frío tiene una temperatura media entre 18 °C y -3 °C, y la media del mes más cálido supera los 10 °C).
- D. Climas templados de invierno frío (La temperatura media del mes más frío es inferior a -3 °C y la del mes más cálido está por encima de 10 °C).
- E. Climas polares (No tiene estación calida y la temperatura promedio mensual es siempre inferior a 10 °C).
- H. Clima de alta montaña.

Para el estudio del clima Marrero *et al.* (2004) plantean que este se descompone en varios elementos que constituyen las bases de su comportamiento y evolución en una región determinada. Se destacan aspectos como:

- Radiación solar (que es el flujo de energía radiante que en forma de ondas electromagnéticas llegan a la tierra procedente del sol).
- Temperatura del aire (magnitud física que expresa la intensidad de movimiento de las moléculas del aire y refleja su estado calórico).
- Humedad del aire (cantidad absoluta o relativa de vapor de agua que contiene la atmósfera en un momento dado).
- Precipitación (es el resultado de la caída de las gotas de agua como producto de la condensación del vapor de agua suspendido en la atmósfera, incluyendo precipitaciones líquidas y sólidas) .
- Evaporación (proceso físico del paso del agua de estado líquido al gaseoso).
- Viento (movimiento de las masas de aire que se desplazan desde las zonas de alta presión hacia las de baja presión atmosférica).
- Presión atmosférica (presión que ejercen las moléculas de aire al chocar con una superficie cualquiera a consecuencia de su masa y velocidad).
- Humedad relativa (relación entre la cantidad de vapor de agua contenido realmente en el aire, conocida como humedad absoluta, y el que podría llegar a contener si estuviera saturado como humedad de saturación).

2.1.2. Importancia de la climatología agrícola.

La climatología agrícola trata los efectos del clima y su variabilidad sobre la agricultura, y es aplicada a los efectos del clima en los cultivos, donde se incluye: el período de crecimiento de las plantas; la relación entre la tasa de crecimiento y los rendimientos con los factores climáticos, para definir climas óptimos o con limitantes; el valor del riego, y el efecto de las condiciones climáticas y del tiempo en el desarrollo y dispersión de las enfermedades (Marrero *et al.*, 2004).

2.2. El cambio climático.

2.2.1. Conceptos y definiciones.

El Cambio Climático Global es un hecho y por ello los gobiernos a nivel mundial han reaccionado ante esta amenaza cada vez más cercana, que se manifiesta con alteraciones climáticas graves que podrán colocar las economías de los países en peligro (Marrero *et al.*, 2004). El calentamiento global no es más que el producto de la progresiva acumulación en la atmósfera de los gases que producen el efecto invernadero, y que dan lugar a un creciente aumento de la temperatura en la superficie de la tierra (Labraga, 1998).

El dióxido de carbono (CO₂), el vapor del agua y otros gases que constituyen la atmósfera absorben parte de las radiaciones que emite la tierra, y así disminuye la transferencia de calor desde el planeta hacia el espacio exterior. Este fenómeno recibe el nombre de efecto invernadero (Labraga, 1998).

Marrero *et al.* (2004) señala que los gases de efecto invernadero son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y reemiten radiación infrarroja). Entre ellos están el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido de dinitrógeno (N₂O), los óxidos nitrosos (NO₂), el monóxido de carbono (CO), los compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM) y el dióxido de azufre (SO₂).

Por su parte las sustancias agotadoras de la capa de ozono son compuestos usados por el hombre en los procesos de su actividad económica y social que contribuyen a la disminución de la capa de ozono, entre las que se encuentran: triclorofluorometano (CFC-11), diclorodifluorometano (CFC-12), clorodifluorometano (HCFC-22), diclorofluorometano (HCFC-141b), bromuro de metilo, tetracloruro de carbono y metil cloroformo (Marrero *et al.*, 2004).

Según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2007c), los escenarios son descripciones coherentes y consistentes de cómo el sistema climático de la tierra puede cambiar en el futuro. Existe una gran variedad de métodos para generar escenarios climáticos; aunque los Modelos de Circulación

General (GCM's) son la mejor herramienta científica disponible actualmente para simular la respuesta del sistema climático global a un cambio en la composición de la atmósfera.

Los impactos climáticos son definidos como las consecuencias del cambio o variabilidad climáticas en los sistemas naturales, transformados y/o humanos; por lo tanto, las fases fenológicas de especies silvestres o domesticadas pueden ser afectadas por estos impactos (Villers *et al.*, 2009).

2.2.2. Impactos del cambio climático en la agricultura.

La agricultura constituye uno de los sectores de la sociedad más sensibles y vulnerables a las condiciones climáticas así como a sus variaciones y cambios en el tiempo. Las condiciones climáticas adversas afectan no sólo el crecimiento y desarrollo de los cultivos en el campo, sino a todas las actividades de producción en general (Paz *et al.*, 2008).

En condiciones de cambio climático, las actividades agrícolas probablemente serán severamente afectadas en América Latina y el Caribe, con disminuciones importantes en los rendimientos. Es probable que las plagas amplíen su territorio, y los procesos de degradación de suelos aumenten. Las sequías, las inundaciones, las ondas de calor y otros eventos climáticos extremos afectarán de manera significativa estas actividades agrícolas, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria (Conde y Saldaña, 2007).

El clima a nivel global, en la zona del Caribe será transformado por el Cambio Climático, donde se estiman incrementos de la temperatura entre 1,5 y 2,0 °C y variabilidad con eventos extremos, en la precipitación durante los meses de invierno (Pardo, 2010). Por encontrarse en la línea del impacto de este fenómeno, la agricultura, se verá afectada principalmente por la erosión y degradación de los suelos, anegamiento, salinización, desertificación, competencia por el agua y disminución de biodiversidad (Palacios, 2008).

Dentro de las actividades económicas la agricultura es la más dependiente de los factores climáticos, donde cualquier cambio en la radiación solar, temperatura, y

precipitación producirán cambios en los rendimientos de la cosecha (Southworth *et al.*, 2000; Ribeiro, 2008).

Mestre y Feijóo (2006) indican que el clima ha condicionado desde siempre el desarrollo y evolución de los seres vivos, la aparición de nuevas especies en determinadas zonas, o su extinción, ha estado ligada a la existencia de un clima más o menos favorable para esas especies. En la actualidad existe una cierta preocupación por el hecho de que el clima pueda estar cambiando a un ritmo excesivamente rápido en comparación con sus fluctuaciones naturales.

Según IPCC (1996) y años posteriores, el incremento de dióxido de carbono y otros gases en la atmósfera, de continuar a los ritmos actuales de emisión, darán lugar en las próximas décadas a un cambio climático global que se reflejará en distintos fenómenos que alterarán especialmente la temperatura y los regímenes de precipitaciones de nuestro planeta. Según los estudios realizados por IPCC (2007a), los posibles impactos del cambio climático sobre la agricultura pueden ser resumidos en:

- Un incremento ligero del rendimiento de los cultivos en regiones de latitud media a alta si aumenta la temperatura media local de 1 a 3 °C, pero si se sobrepasa este intervalo se produciría una disminución.
- En regiones tropicales estacionalmente secas, se prevé la disminución del rendimiento de los cultivos incluso cuando la temperatura local aumente ligeramente (1-2 °C), lo cual puede incrementar el riesgo de hambruna.
- El incremento del nivel del mar provocaría una mayor intrusión salina en las fuentes de agua subterráneas cercanas a la costa que puede salinizar el agua utilizada con fines de riego.
- Los cambios proyectados en la frecuencia y severidad de los fenómenos meteorológicos extremos, unidos al aumento de los riesgos de incendios, plagas brotes de enfermedades tendrán consecuencias considerables en la producción alimentaria.

- El aumento en la frecuencia de sequías e inundaciones afectarán negativamente a la producción local de cultivos, influir en la degradación del suelo, la disminución en los rendimientos y el peligro incendios en la vegetación.

Con el objetivo de facilitar a los países de la región de Centroamérica, México y el Caribe el acceso en línea a los escenarios de cambio climático desarrollados por el Instituto de Meteorología de Cuba, fue creada la página Web PRECIS-CARIBE, Modelo Climático Regional PRECIS (INSMET, 1989).

2.2.3. Estrategias para la mitigación y adaptación al cambio climático.

Mitigación.

El IPCC (2007b) define la mitigación, como la aplicación de cambios tecnológicos o la sustitución de tecnologías para reducir el empleo de recursos naturales y las emisiones por unidad de producto. La mitigación con respecto al cambio climático, supone la implementación de políticas y medidas directas que reducen emisiones y amplían los sumideros.

Como parte de la mitigación, se incluyen políticas de carácter económico, social y demográfico, que incluyen la modificación de los patrones de consumo, reducción del aumento de la población, medidas para descentralizar el uso de energía y el aprovechamiento de las fuentes renovables locales. Este concepto se utiliza también para denominar políticas que promueven la reducción de impactos adversos debido a desastres naturales u otros impactos motivados por diferentes causas como plagas, enfermedades y carencias (IPCC, 2007b).

La mitigación forma parte de las medidas adoptadas para combatir las causas antropogénicas o humanas que motivan paliar el cambio climático. Luego, mitigación en el contexto del cambio climático se refiere a las acciones dirigidas a mitigar el cambio climático y no a sus efectos (Paz *et al.*, 2008).

Un concepto asociado es el de capacidad de mitigación, que se define como la habilidad y las capacidades que ha adquirido y formado un país para reducir las emisiones de GEI o ampliar sumideros, y que depende de las tecnologías disponibles, las instituciones, el bienestar de la sociedad, equidad, infraestructura e

información. La capacidad de mitigación está íntimamente relacionada con el desarrollo sostenible de un país (IPCC, 2007b).

Adaptación.

El cambio climático tendrá diferente intensidad en las distintas regiones, creando escenarios productivos alternativos a los actuales, con distintas limitantes y cambiando las fronteras agrícolas y productivas (Otero, 2009). El fomento de las capacidades de adaptación al cambio climático tienen una importancia particular para los países en vías de desarrollo, donde la evaluación de la vulnerabilidad de las diferentes regiones será una herramienta de gestión para enfrentar los problemas climáticos, lo que permitirá planificar la estrategia de adaptación que se debe llevar a cabo en cada lugar (Paz *et al.*, 2008).

Una sólida estructura de vigilancia científico-operacional de los eventos climáticos extremos, producidos por la variabilidad del clima, que ponen en peligro la producción agrícola, forman parte de las mejores estrategias para prevenir y reducir los efectos de la sequía, la ocurrencia en corto plazo de tiempo de altas temperaturas, del peligro de incendios en la vegetación, y el ataque de plagas y enfermedades de los cultivos agrícolas y el ganado (Paz *et al.*, 2008).

Entre las medidas de adaptación para la agricultura no ganadera se encuentran: la regionalización agroclimática; selección e introducción de nuevas variedades resistentes a condiciones climáticas más extremas y niveles de CO₂ superiores; perfeccionamiento de la disciplina tecnológica; mantenimiento y perfeccionamiento del sistema de vigilancia de sanidad vegetal (Paz *et al.*, 2008).

Una medida de adaptación del tipo anticipatorio o preventiva, es la puesta en práctica de sistemas de alerta temprana de eventos climáticos extremos perjudiciales para los cultivos agrícolas y el ganado, como la sequía, lluvias localmente intensas y vientos fuertes, así como el peligro de incendios en la vegetación. Sistemas de este tipo se aplican ya de forma operativa en las condiciones de Cuba (Paz *et al.*, 2008).

2.2.4. El cambio climático en Cuba.

El cambio climático afecta cualquier aspecto medioambiental como la calidad del aire, la calidad del agua, la desertificación, biodiversidad, forestación y pérdida del ozono estratosférico. La mayoría de los estudios de impacto del cambio climático en Cuba se han realizado bajo escenarios que implican una reducción gradual de las precipitaciones anuales, acompañada de una redistribución estacional de las lluvias que favorecerá el segundo semestre del año en detrimento del primero, y una elevación de la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos como sequías y huracanes (Rivero *et al.*, 2005).

Las precipitaciones no han mostrado variaciones significativas para períodos largos de registros, pero en las últimas décadas se observó un incremento de los acumulados del período poco lluvioso y un cierto decrecimiento en los acumulados del período lluvioso. En el caso de las sequías, se ha incrementado su frecuencia desde el año 1960, especialmente en las provincias orientales (Paz *et al.*, 2008).

Las evidencias indican que el clima de Cuba durante las últimas cuatro décadas se ha hecho más cálido, y la temperatura media anual se ha incrementado en cerca de 0,5 °C con el período más cálido en los años 80 y 90. Sin embargo, este incremento fue debido fundamentalmente a una tendencia muy marcada en el ascenso de las temperaturas mínimas, que han sufrido un incremento cerca de 1,4 °C en sus valores medios mensuales (Marrero *et al.*, 2004).

Debido a la acción combinada del aumento de la temperatura y de la disminución de las lluvias, se espera que de forma general el clima del país evolucione en el futuro hacia una mayor aridez (Ajete *et al.*, 2009). Se planea además que estos escenarios no solo conducen a una elevación progresiva de la aridez y la frecuencia de sequías moderadas y severas en la región oriental de Cuba; sino también a una reducción paulatina del potencial hídrico de las cuencas, equivalente a la disminución del agua embalsada y su disponibilidad para el riego de los cultivos (Rivero *et al.*, 2005).

Se estiman que los principales efectos directos derivados de las variaciones en la temperatura y precipitación, serían principalmente la duración de los ciclos del

cultivo, alteraciones fisiológicas por exposición a temperaturas fuera del umbral permitido y deficiencias hídricas; también pueden haber efectos indirectos como cambios en las poblaciones de parásitos, plagas y enfermedades, disponibilidad de nutrientes en el suelo y la planificación agrícola (Villalobos y Retana, 1999).

La elevación progresiva de las temperaturas conducirá a una reducción en la duración de las fases fenológicas y del ciclo de cultivo para todas las plantas, lo que será más visible en los cultivos de ciclo corto con hábito de crecimiento determinado que dispondrán de menos tiempo para la etapa correspondiente a la formación del producto final cosechado (Rivero *et al.*, 2005).

Dado que la intensidad de la fotosíntesis de la gran mayoría de los cultivos que se desarrollan en la época más fresca del año, generalmente bajo riego decrecerá, se incrementarán sus gastos respiratorios, y estos efectos se combinarán para producir un decrecimiento paulatino de los rendimientos agrícolas. (Paz *et al.*, 2008).

El aumento en extensión territorial de áreas con climas subhúmedos secos, la elevación de la radiación solar global y evapotranspiración potencial, así como el aumento de nivel del mar, actuarán de forma sinérgica favoreciendo el desarrollo de los procesos de degradación de suelos, reducción del contenido de materia orgánica y aumento de las áreas salinas. Esto implica procesos de desertificación que reducirán considerablemente el potencial productivo de los suelos (Paz *et al.*, 2008).

La producción de cultivos de clima templado que se realiza bajo riego en la época más fresca del año, como la papa, se reducirá de tal forma, que su producción se hará imposible a mediados del presente siglo (Rivero *et al.*, 1999; Rivero *et al.*, 2005). En condiciones de sequía los rendimientos de cultivos disminuirán, en general, debido a la combinación del decrecimiento de sus rendimientos potenciales por la menor disponibilidad de humedad de los suelos a consecuencia de su degradación y la disminución progresiva de las precipitaciones (Rivero *et al.*, 1999).

Estos impactos serán distintos según la estación del año en que las plantas sean cultivadas, las mayores afectaciones corresponderán al primer semestre del año y podrían no ser sensibles durante el segundo semestre, además de resultar diferentes

si se trata de cultivos de ciclo largo, como la caña, plátano y yuca o de ciclo corto como el maíz, arroz y frijoles (Rivero *et al.*, 2005).

Rivero y Rivero (2002) plantean que las mejores fechas de siembra y la magnitud de los impactos esperados sobre los rendimientos de secano serán dependientes no sólo del cambio climático, sino del tipo de suelo que se cultive. Para los cultivos que hoy se realizan bajo condiciones de riego total, como la papa y el arroz, la producción esperada decrecerá de modo aún más notable, si el impacto del cambio climático sobre los rendimientos agrícolas es integrado con la disminución estimada sobre las disponibilidades de riego (Rivero *et al.*, 2005).

2.3. Influencia del clima en la producción de cítricos.

2.3.1. Efectos del clima en la floración y cuajado del fruto.

En la actualidad los cítricos se cultivan en una amplia gama de climas que demuestran su adaptabilidad; pero el desarrollo del árbol está fuertemente relacionado con el clima (Albrigo, 2009). El principal factor que restringe su distribución geográfica son las bajas temperaturas que pueden afectar de forma grave cuando la temperatura mínima es menor a los 7 °C (Davies y Albrigo, 1994 citado por Orduz, 2007).

La transición del estado vegetativo al reproductivo tiene cinco fases (inducción, translocación del estímulo, iniciación floral, morfogénesis de la inflorescencia o diferenciación y antesis o apertura de la flor), que son el resultado de interacciones complejas entre genoma, hormonas, sistema de membranas, moléculas transportadoras, sitios receptores, enzimas, promotores e inhibidores y condiciones ambientales (Téliz, 2000; Albrigo, 2004; Medina *et al.*, 2005).

Betancourt *et al.* (2009) plantea que el clima es el factor abiótico fundamental que modifica los procesos biológicos más importantes en el desarrollo de los cítricos, donde las variables que más inciden son la temperatura media y máxima, evapotranspiración de referencia, la insolación, la velocidad del viento y la humedad relativa.

La floración en climas subtropicales está determinada por el número de días que se mantienen las bajas temperaturas durante el período de inducción y/o por la sequía

en climas tropicales. En los climas intermedios la floración responde tanto a las bajas temperaturas como a la sequía (Albrigo, 2004). La información sobre fisiología y ecofisiología en cítricos es fundamental para realizar un manejo racional del cultivo. El desarrollo de las ramas depende del clima (temperatura y humedad) y la apertura de las flores o antesis ocurre después de un período de inducción y diferenciación cuando las temperaturas y humedad son adecuadas (Valiente y Albrigo, 2000; Medina *et al.*, 2005).

La temperatura mínima del aire y las precipitaciones son las variables climáticas que más influyen en las épocas de floración y de cosecha (Aranguren *et al.*, 2009); mientras que el déficit hídrico se ha destacado como el principal factor promotor de la floración, además de que las bajas temperaturas la estimulan. Es por esta razón que la floración ocurre después de períodos de seca seguidos de rehumedecimiento por las lluvias o el riego después de 25–30 días de estrés (Medina *et al.*, 2005).

Valiente y Albrigo (2000) obtienen modelos matemáticos que asocian la fecha de floración con las temperaturas medias mensuales de diciembre y enero con fechas tardías de floración, pues el aumento de las temperaturas en diciembre retardan los procesos de inducción y causan un retardo en la diferenciación de las yemas florales, hasta mediados de enero en que las temperaturas cálidas pueden reducir el tiempo de floración.

Guardiola (2000) plantea que la intensidad de la floración se relaciona de forma inversa con el cuajado, la maduración y el tamaño final de los frutos, que lo determina en parte el volumen del ovario al ocurrir la antesis, y esto se asocia con el momento de la cosecha. En diferentes regiones climáticas de Chile, proponen algunos modelos para predecir el período de floración y estimar el tiempo de desarrollo, basados en datos climáticos de calor acumulado, para diferentes cultivares de naranjo (Ortúzar *et al.*, 2000).

Valiente y Albrigo (2000) han generado modelos de pronóstico de las fechas de floración que se basan exclusivamente en factores ambientales pero sin una base fisiológica, no se pueden extrapolar, por lo que se deben emprender estudios

fisiológicos de floración, crecimiento y desarrollo de los frutos por cultivares en cada zona citrícola para adecuar estos modelos. Por otra parte señalan que las temperaturas promedio de diciembre, enero y febrero se asociaron de forma significativa con las fechas de floración, y las lluvias en ningún mes se relacionaron con esta fase fenológica.

La presencia de bajas temperaturas nocturnas o el estrés hídrico, con lluvias en el rango de 100-150 mm por mes, son suficientes para promover la floración cuando las plantas están en estrés, y esta tiene lugar alrededor de 20 días después de la primera lluvia o el inicio del riego (Davenport, 2000). El estrés hídrico moderado promueve la floración con un régimen de temperaturas de 20/10 °C diurno/nocturno

2.3.2. Efectos del clima en el crecimiento y calidad del fruto.

La temperatura constituye la variable climática más estudiada y utilizada para determinar el comportamiento de las diferentes etapas fenológicas (desarrollo vegetativo, floración, cuajado, crecimiento y calidad de los frutos) que se asocian, además, con otros factores como las precipitaciones, radiación solar, exposición a la luz, humedad, velocidad del viento y presión atmosférica (Ben-Mechia y Carroll, 1999; Tucker y Barry, 2000; Tucker *et al.*, 2001; Pérez de Azkue y Puche, 2003; García *et al.*, 2004).

El régimen térmico día/noche en interacción con la duración del día, la temperatura de las raíces, la radiación, la humedad relativa ambiental y la temperatura del aire, determinan los procesos de crecimiento de los frutos en diferentes frutales (Agustí, 1998; Ben-Mimoun y De-Jong, 2004; Calderón-Zavala *et al.*, 2004).

Zang *et al.* (1992) y Davies y Albrigo (1994) señalan que la dinámica de crecimiento de los frutos depende de las temperaturas durante su desarrollo y de la humedad del suelo en las fases III y IV. Por su parte, Richarson *et al.* (2000) indican que el aumento de las temperaturas en la fase II reduce la tasa de crecimiento y afecta el tamaño de los frutos.

Una adecuada humedad del suelo, proporcionada por la lluvia o el riego, mejora significativamente el tamaño de la fruta durante la fase III de crecimiento; no obstante

un déficit hídrico durante este período provoca un retraso no recuperable en su tamaño final (Albrigo, 1992; Albrigo, 1993; Agustí *et al.*, 1999).

La incidencia de la radiación solar sobre las plantas aumenta la tasa de transpiración causada por el estrés hídrico, implica una reducción en la velocidad de crecimiento y por tanto en el tamaño final de los frutos, relacionado con la pérdida de agua por su propia transpiración (Grange, 1996).

Las altas temperaturas y la acumulación de ácidos libres en el jugo tienen una relación inversa. En los trópicos se necesita de menos tiempo para que se alcance la madurez comercial ya que los azúcares se acumulan más rápido y la acidez se reduce en estas condiciones más rápido que en las regiones subtropicales donde las temperaturas son más bajas durante el período de maduración (Adams, 1992; Barry *et al.*, 2000; Ortúzar *et al.*, 2000; Usher y Gutiérrez, 2001).

Autores como Lloret-Oltra (1982) y Goldschmidt (2000) indican que el incremento de los sólidos solubles y la disminución de la acidez son procesos bioquímicos distintos y que la acumulación de sólidos se correlaciona fuertemente con la acumulación de calor. Diversos autores demostraron que las temperaturas medias altas, sin ser extremas, producen condiciones favorables para el aumento de la actividad fotosintética que alcanza altos niveles en los trópicos donde se acumulan más rápido los sólidos (Davies y Albrigo, 1994; Agustí, 1998; Richardson *et al.* 2000).

Las bajas temperaturas se relacionan con una disminución lenta en la descomposición del ácido cítrico, lo que resulta en niveles inadecuados de acidez particularmente en frutos de pomelo en los que se transforman más polisacáridos en azúcares simples que en ácidos bajo estas condiciones de temperaturas bajas (Goldschmidt, 2000; Marsh *et al.*, 2000). En las últimas semanas antes de la cosecha se ha encontrado que un incremento de la temperatura deprime la producción del citrato que en un principio era reforzada (Lobit *et al.*, 2003).

Al establecer la relación del clima con la producción del naranjo 'Hamlin' en las condiciones de Brasil, Tubelis y Aparecido (1988) plantean que el rendimiento varía de año a otro en dependencia de las variaciones climáticas y señalan los efectos

negativos de las altas temperaturas del aire durante el período de cuajado y crecimiento del fruto para la producción en las condiciones de Australia. Temperaturas del aire superiores a los 42 °C por un solo día durante el período de floración o cuajado ha disminuido la producción en naranjo Navel hasta en un 6%.

Con relación a las precipitaciones no se ha encontrado que tengan un efecto positivo fuerte sobre la producción en las condiciones de España, Marruecos e Israel; no obstante en Sudáfrica durante años con lluvias altas en diciembre y enero (meses en Cuba) su efecto resultó negativo para los rendimientos (Tubelis y Aparecido, 1988).

En Brasil se han desarrollado expresiones matemáticas para pronosticar la producción en función de la edad de la plantación y las lluvias ocurridas durante la etapa de floración en los meses de febrero, marzo y abril (meses en Cuba) del año antes de la cosecha, y el mes de septiembre del año en que se cosechan los frutos, lo que explica un 98 % de las variaciones en los rendimientos de un año a otro en naranjo Hamlin y mandarino Ponkan (Tubelis y Aparecido, 1988; Tubelis y Zanotelli, 2000).

2.4. Los huracanes y su impacto en la agricultura.

INSMET (2010) plantea que un ciclón tropical es un sistema de baja presión que se forma en los océanos, en un ambiente homogéneo y generalmente en la zona tropical; acompañado de una amplia área de nublados, con lluvias, chubascos y tormentas eléctricas. Los mismos se clasifican de acuerdo a la velocidad que alcanzan los vientos máximos sostenidos (promediados en un minuto): Depresión tropical (vientos inferiores a 63 km/hora), Tormenta tropical (vientos entre 63 y 117 km/hora) y Huracán (vientos superiores a 117 km/hora).

Para la formación de un ciclón tropical deben existir condiciones, tales como que la temperatura de la superficie del mar sea mayor a 26,5 ° C, que el aire cerca del mar presente un potencial de giro (verticidad positiva), existir un sistema de baja presión en superficie, convergencia en superficie (los vientos de distintas direcciones llegan a un punto) y divergencia en altura (los vientos salen en distintas direcciones desde un

punto). Cuando de las cinco condiciones anteriores están presentes la probabilidad de formación de un ciclón tropical es alta (Carrillo, 2008).

Durante las últimas décadas los huracanes han incrementado su frecuencia y severidad en el norte de América Latina y el Caribe, afectando severamente a la región Caribeña, México y a Centroamérica (Conde y Saldaña, 2007). En Cuba estos eventos se incrementan a partir del año 1996 con un total de ocho huracanes que han afectado al país, lo que determina la existencia de una etapa muy activa, siendo lo más sobresaliente la ocurrencia de cuatro huracanes intensos desde el 2001, cifra que no se había registrado en década alguna (Paz *et al.*, 2008).

Diez (2007) plantea que los perjuicios inmediatos de esas condiciones climáticas, en el caso de los meteoros, son la pérdida de frutas y la reducción del rendimiento de las plantas. Tras el paso de un huracán, las plantaciones de cítricos necesitan de un tiempo para su recuperación.

Durante el año 2004 la Florida fue azotada por varios huracanes dejando grandes pérdidas en la producción de cítricos de la zona; los frutos no habían alcanzado la madurez y no pudieron ser utilizados, además la fruta que quedó en las plantaciones trató de manejarse para el mercado en fresco pero los vientos dañaron su calidad externa (Roka *et al.*, 2006). Diferentes investigadores en este período de alta frecuencia de huracanes por La Florida estudiaron sus efectos sobre los rendimientos, su recuperación con el tiempo e impactos económicos (Buker *et al.*, 2004; Albrigo, 2005; Albrigo *et al.* 2005 y Salvatore *et al.* 2005 y 2006).

Los huracanes han aumentado de potencia y de capacidad destructiva en las últimas tres décadas debido en parte al calentamiento global y el cual seguirá incrementando la tendencia al aumento de huracanes con potencial destructivo, lo que afectará cada vez más las poblaciones costeras (Emanuel, 2005). Aunque los huracanes se vinculan con pérdidas de vidas humanas y daños a la infraestructura de las zonas costeras, el aporte de aguas que generan a las regiones altas del país, con la recarga de presas y manantiales y el escurrimiento del agua de montaña a ríos y lagos, posibilitan la abundancia de vegetación y biodiversidad (Carrillo, 2008).

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Localización y características del área de estudio.

El trabajo se desarrolló en la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” localizada en el municipio Jagüey Grande, provincia Matanzas, Cuba. Esta empresa cubre una superficie mayor a los 500 km² a una altitud que fluctúa entre los nueve y los 35 metros sobre el nivel del mar, con una ubicación geográfica entre los 22°41’55,73N - 22°30’46,77 de latitud norte y los 80°42’53,61W - 81°51’23,44 de longitud oeste (Aranguren *et al.*, 2009).

El clima predominante como parte de Cuba es del tipo cálido tropical, estacionalmente húmedo, y con una estación lluviosa en el verano, según Köpen (1907) y Lecha *et al.* (1994), citados por Betancourt (2005). Esta región citrícola se ubica por sus características edafoclimáticas en el grupo II a (Lima *et al.*, 1988), con una temperatura que oscila de 14,4 a 33,4 °C, entre el mes más frío (enero) y el más cálido (julio) respectivamente y una media anual de 24 °C. La precipitación media anual acumulada es de 1 494 mm (Aranguren *et al.*, 2009).

Los suelos son del tipo Ferralítico Rojo Típico con rocosidad y profundidad entre mediana y alta, según la nueva clasificación genética de los suelos de Cuba y catalogados como Ferralsol Rhodic y Nitisol Rhodic en correlación con el “World Reference Base” (Hernández *et al.*, 2004).

3.2. Material vegetal y manejo general de las plantaciones.

El trabajo se realizó a partir de la información histórica de producción y rendimientos, correspondientes a las campañas de cosecha que se desarrollaron en períodos de actividad por huracanes y durante las dos posteriores a su paso. Se tomó la información de cosecha de las 3 789,39 ha plantadas de naranjo [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] cv. 'Valencia' que representa un 52 % del área total en producción y de las 3 491,99 ha de pomelo (*Citrus paradisi* Macf.) cvs. 'Ruby Red' y 'Marsh' (48 % del área total), con edades entre los 5-40 años e injertados en su mayor proporción sobre el patrón naranjo 'Agrio' (*Citrus aurantium* L.), limón Volkameriana (*Citrus volkameriana*

Pasq.), mandarina Cleopatra (*Citrus reshni* Hort ex Tan.) y Citrumelo Swingle (*Citrus aurantium* L. x *Poncirus trifoliata* L. Raf.), entre otros en menor proporción.

Las plantaciones durante los períodos analizados recibieron el manejo agronómico recomendado según el Esquema Tecnológico diseñado para cada campaña, donde se realizaron las labores de fertilización, poda, control de arvenses y de plagas y enfermedades de acuerdo con la tecnología implementada según la edad y rendimiento anterior. El riego se aplicó por aspersión o de forma localizada, con un período de estrés por sequía para la inducción de la floración, desde la última lluvia efectiva (> 50 mm) en el mes de noviembre y se le dan 60 días de estrés a la naranja y 70 días a los pomelos, según se recomienda para esta región.

3.3. Características de los huracanes que han impactado en Jagüey Grande.

Para el análisis del impacto de los huracanes que han pasado por la provincia de Matanzas y afectado al municipio Jagüey Grande. Se registraron las principales características de los cinco eventos que con mayor categoría han pasado por la empresa durante los últimos años.

Se obtuvo información de la fecha de ocurrencia, velocidad de los vientos sostenidos (km/h), lluvias acumuladas (mm) y la categoría alcanzada según escala Saffir Simpson para Huracanes (INSMET, 2010). Se consultaron los mapas de las trayectorias de estos huracanes y se analizó la información obtenida para definir los meteoros de mayor potencial destructivo.

3.4. Producción y rendimiento de los cítricos tras el paso de los huracanes.

3.4.1. Tendencias de la producción de cítricos anual estimada y pérdidas.

Para determinar las tendencias en la producción estimada de cítricos para naranjos y pomelos, en la empresa y la real cosechada en cada campaña que comprende de julio de un año a julio del otro. Se analizaron los registros de producción y rendimientos estimados para cada área según la especie (naranjas y pomelos) durante las campañas afectadas por los huracanes y las dos siguientes; así como el momento en que se informa la presencia de enfermedades restrictivas de la producción, como la mancha negra de los cítricos (MNC) y el Huanglongbing (HLB)

en la empresa. Se determinaron las diferencias entre lo estimado y cosechado para estimar las pérdidas (%) en cada campaña afectada por un huracán.

3.4.2. Rendimientos estimados en naranjas y real después de los huracanes.

Se analizaron los registros de rendimientos estimados y real alcanzado para las plantaciones de naranja durante las campañas afectadas por los huracanes y las dos siguientes. Se determinaron las diferencias para definir la disminución de los rendimientos ($t \cdot ha^{-1}$) en esta especie.

3.4.3. Rendimientos estimados en pomelos y real después de los huracanes.

Al igual que en acápite anterior se analizaron los registros de rendimientos estimados y real alcanzado, en este caso, para las plantaciones de pomelos durante las campañas afectadas por los huracanes y las dos siguientes. Se determinaron las diferencias para definir la disminución de los rendimientos ($t \cdot ha^{-1}$) en esta especie.

3.5. Impacto de los huracanes en la fenología y la caída de los frutos.

3.5.1. Impacto del huracán Michelle en la fenología de las plantas.

La situación fenológica de las plantaciones de naranjo Valencia se valoró en el mes de marzo a los cinco meses del paso del huracán Michelle. Se evaluaron 10 plantaciones donde se realizaron observaciones en 20 plantas de la intensidad de los estadios fenológicos de brotación, floración y fructificación en ramas ubicadas en un área de $0,25 \text{ m}^2$ en la copa. Cada evento fenológico se analizó de forma independiente valorando su intensidad en cuatro índices. Donde:

Grado 0 (0 % de las ramas de la planta con hojas, flores o frutillos)

Grado 1 (25 % de las ramas de la planta con hojas, flores o frutillos)

Grado 2 (50 % de las ramas de la planta con hojas, flores o frutillos)

Grado 3 (25 % de las ramas de la planta con hojas, flores o frutillos).

Se determinaron los porcentajes de plantas en cada índice fenológico (brotación, floración y fructificación).

3.5.2. Impacto del huracán Irma en la caída de frutos durante la maduración.

Las evaluaciones de la caída de los frutos después del paso del huracán Irma se realizó en las plantaciones de naranjas y pomelos de toda la empresa. Se tomó como referencia el volumen potencial de frutos estimado para las diferentes especies para esa campaña y después de estimadas las pérdidas de frutos que cayeron al suelo por el huracán, se realizó un segundo estimado de la producción que permanecía en las plantas que fue la base para el posterior análisis de las caídas de los frutos durante su desarrollo hasta su cosecha. Los muestreos de caídas se realizaron entre septiembre y noviembre en ambas especies y se estimaron los frutos caídos (%), como expresión de las tendencias en el ritmo de caídas en cada especie. Estas pérdidas se suman a las ocurridas al paso del meteoro.

3.6. Valoración económica del impacto de los huracanes en los cítricos.

3.6.1. Pérdidas de frutos por el paso del huracán Irma y recuperación.

Para análisis de las afectaciones a causa del paso del huracán Irma a los rendimientos estimados y que resultó recuperado, como las acciones de los trabajadores tras el paso del huracán, se utilizó la información de rendimiento potencial esperado para los pomelos que resultó la especie más afectada y las pérdidas calculadas por granja y media total de la empresa, expresadas como afectaciones en los rendimientos ($t\cdot ha^{-1}$ y %). De ese rendimiento afectado se estimó la fruta recuperada ($t\cdot ha^{-1}$ y %) después de la cosecha de la fruta caída realizada en las plantaciones y por último se determinó el real cosechado ($t\cdot ha^{-1}$) y la pérdida real estimada (%) por granja y la empresa.

3.6.2. Análisis general de las pérdidas por el paso de los huracanes.

Se hace una valoración del impacto económico de los huracanes que más afectaron la producción de cítricos de la empresa. Se tuvieron en cuenta las pérdidas de la producción estimadas para naranjos y pomelos así como el total, además de los valores en pérdidas monetarias. Se utilizaron para las estimaciones económicas los precios medios expresados en CUP por la venta de la producción de las diferentes campañas analizadas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Características de los huracanes que han impactado en Jagüey Grande

En la tabla 1 se muestra la cronología y las características de los cuatro huracanes más importantes que han causado afectaciones a los cítricos en la región de Jagüey Grande. Llama la atención el corto período de tiempo entre la ocurrencia de estos fenómenos meteorológicos, lo que se ha asociado al calentamiento de las aguas del mar relacionado con la influencia de los efectos negativos del Cambio Climático Global (ICCP, 2007).

Tabla 1. Características de los huracanes que han impactado las plantaciones de cítricos de Jagüey Grande en el período 2001-2017.

Huracanes	Fecha de paso	Datos meteorológicos		
		Vientos sostenidos (km/h)	Lluvias (mm)	Categoría Saffir Simpson
Michelle	Domingo, 04 Noviembre 2001	250*	608,5	4
Dennis	Viernes, 08 Julio 2005	235	466,5	4
Gustav	Domingo, 31 Agosto 2008	240	318,9	4
Ike	Miércoles, 10 Septiembre 2008	196	350,2	3
Irma	Sábado, 09 Septiembre 2017	195	397,6	3

*Categoría escala Saffir Simpson para Huracanes (INSMET, 2010). *Informado en Jagüey Grande.*

Por otra parte se destaca la velocidad de los vientos asociados a estos huracanes y su categoría, los que han dejando a su paso pérdidas económicas importantes, relacionadas con la destrucción de los árboles y las afectaciones a los procesos fisiológicos de las plantas, pérdida de las producciones y su calidad, con una reducción del potencial productivo de las plantaciones.

Los diferentes huracanes analizados pasaron por las inmediaciones de la empresa o la provincia en diferentes momentos del desarrollo fenológico de los cítricos, lo que causó afectaciones de diferente tipo en función del momento de su paso. El Huracán Michelle en el mes de noviembre coincidió con el momento en que las plantas de naranjos y pomelos se preparaban para la floración del año siguiente; no se había realizado la cosecha de los frutos de naranjos y la de pomelos estaba en sus

primeros tres meses. Este huracán fue muy destructivo en las plantaciones con gran pérdida de plantas y afectaciones en los inventarios de plantación por disminución de la población de plantas en producción.

Los Huracanes Dennis, Gustav, Ike e Irma, pasaron en los meses de julio, agosto y septiembre, que son meses en que la producción de naranjas no ha alcanzado su plena madurez pues su cosecha se inicia en noviembre-diciembre, mientras que la cosecha de los pomelos se inicia en agosto-septiembre en las áreas de frutos frescos para la exportación y resultó muy afectada. Las pérdidas fueron irre recuperables y no se pudieron aprovechar los frutos del suelo para la industria por su inmadurez.

En un análisis del paso de huracanes por el territorio de Jagüey Grande, la ocurrencia de estos que ha sido significativa entre el 2000 y 2017. En la figura 1, se muestran las trayectorias seguidas por los huracanes más importantes de la última década para los cítricos en esta región.

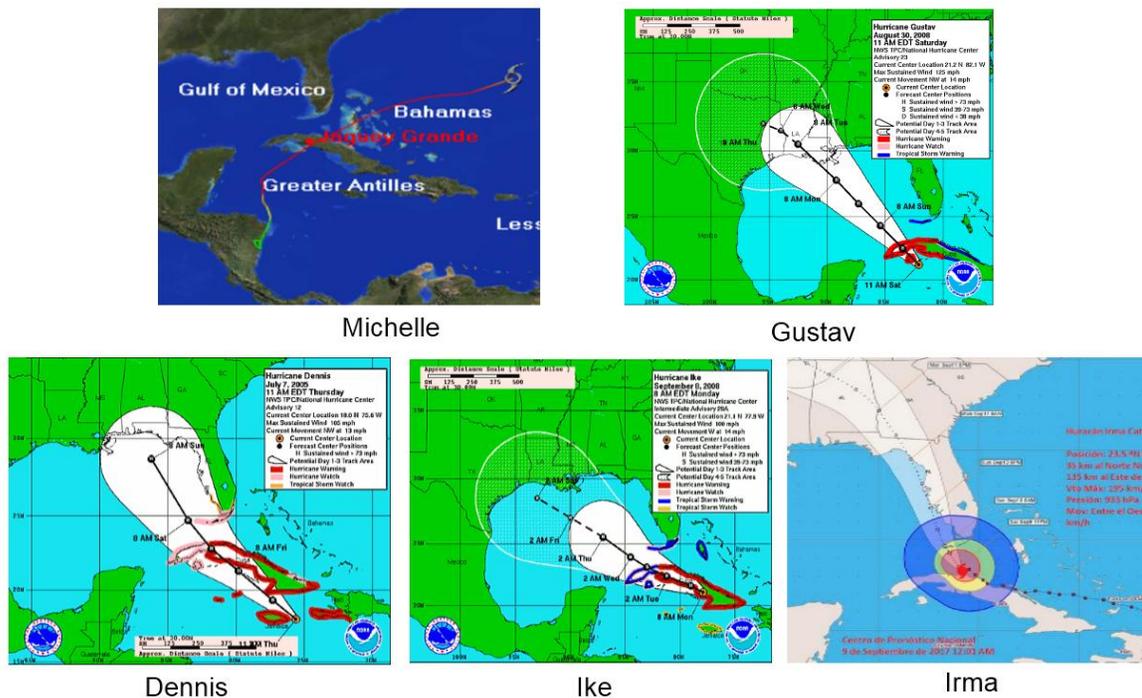


Figura 1. Trayectoria de los huracanes que han impactado las plantaciones de cítricos de Jagüey Grande en el período 2000-2017. Datos INSMET.

Los huracanes Michelle y Dennis con categoría 4 fueron los que pasaron más cerca de la empresa; el primero causó los mayores daños a la producción de cítricos, las instalaciones y los poblados en general, mientras que el segundo al pasar en el mes de julio, no se habían realizado los estimado de la producción de naranjas y las afectaciones en pomelos fueron mas significativas y mejor cuantificables.

Los huracanes Gustav, Ike e Irma, que afectaron entre agosto y septiembre y no pasaron directamente sobre la empresa, causaron afectaciones a las plantaciones que no fueron tan significativas como los causados por los huracanes anteriores, por la incidencia de sus vientos; es de destacar, que el huracán Irma (categoría 3), a pesar de su trayectoria al norte de la provincia de Matanzas más alejado de las áreas de la empresa, mostró sus efectos negativos en la producción de cítricos en comparación con el Gustav e Ike.

Morales (2008) al realizar un análisis de la ocurrencia de huracanes en la región de Jagüey Grande desde el año 1851, pudo determinar que en el periodo 1851 a 1899 la ocurrencia fue de uno cada 10 años, para el periodo 1900 a 1999 fue de uno cada 13 años, mientras que en la década del 2000 hasta el 2017 los huracanes se presentaron en algunas etapas con mayor frecuencia (cada dos años).

Durante las últimas décadas los huracanes han incrementado su frecuencia y severidad en el norte de América Latina y el Caribe, afectando severamente a la región Caribeña, México y a Centroamérica (Conde y Saldaña, 2007). En Cuba estos eventos se incrementan a partir del año 1996 con un total de ocho huracanes que han afectado al país, lo que determina la existencia de una etapa muy activa, siendo lo más sobresaliente la ocurrencia de cuatro huracanes intensos desde el 2001, cifra que no se había registrado en década alguna (Paz *et al.*, 2008).

Las afectaciones sobre las plantaciones de cítricos a causa de los huracanes son ocasionados principalmente por la intensidad de los vientos y su azote sobre los árboles; sus efectos sobre las plantas inducen que entre en periodos de estrés, sino también, la defoliación, rotura de ramas, pérdida parcial o total de las plantas y su

producción, por la destrucción del sistema radical y los árboles pueden ser arrancados en su totalidad y mantenidos bajo agua por largos periodos de tiempo.

En la figura 2 se muestran algunos de estos efectos negativos del paso de huracanes sobre las plantaciones de cítricos en las condiciones de La Florida. Estos daños son similares a los observados al paso de huracanes por Jagüey Grande.



Figura 2. Daños ocasionados a plantaciones de cítricos y su producción por el paso de huracanes. Fotos tomadas en La Florida (Muraro y Spreen, 2006).

Estas observaciones indican que en esta década las condiciones que favorecen la formación de estos eventos meteorológicos extremos han sido propicias, lo que se vincula al calentamiento de los océanos y del mar, con afectaciones importantes a los cultivos en estas plantaciones de cítricos y sus producción.

4.2. Producción y rendimiento de los cítricos tras el paso de los huracanes.

4.2.1. Tendencias de la producción de cítricos anual estimada y pérdidas.

En la figura 3 se puede observar de forma general como la producción ha manifestado una disminución de los volúmenes de frutos, tanto en naranjos como en pomelos, que pudo verse agravada por factores que prevalecen en las plantaciones

como, envejecimiento de las plantas, incidencia de enfermedades (Huanglongbing y Mancha negra), que se ha asociado a los daños inducidos por el impacto de los diferentes huracanes con diferente grado de afectación en dependencia de la intensidad, trayectoria y momento de paso de cada evento extremo por la empresa.

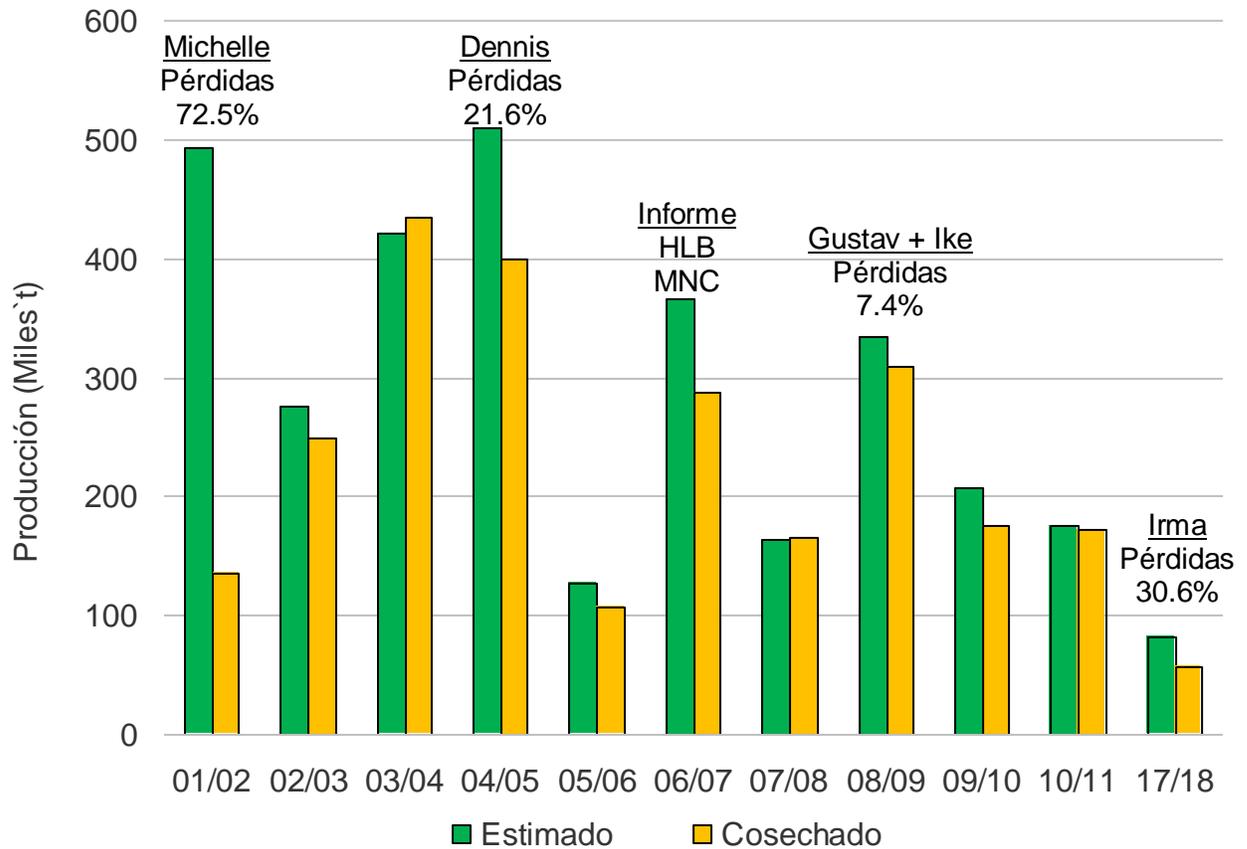


Figura 3. Tendencia de la producción total anual de cítricos estimada y real cosechada después del paso de los huracanes por Jagüey Grande.

En el análisis de las pérdidas de los volúmenes de frutas atribuibles al paso de los huracanes destaca el Michelle como el de mayores afectaciones con una pérdida de la producción estimada del 72,5 %, además se observó una reducción de la producción estimada en las siguientes cosechas con una recuperación paulatina hasta el tercer año, en que la producción esperada superaría las 500 mil toneladas; no obstante esta recuperación se vio afectada por el paso del huracán Dennis, que

causó una pérdida del 21,6 % de ese volumen estimado, con daños significativos en la producción del año siguiente.

Estas observaciones se corresponde con las realizadas por Albrigo y Galán (2004) quienes indican que en la Florida al paso de un evento de este tipo la reducción de los rendimientos estuvo entre un 31 y 68 % en naranjos y pomelos, con afectaciones en la producción del año siguiente; donde la fecha en que pasa el evento extremo determina en mayor o menor medida el grado de afectación.

En el año 2007 se informa la presencia en las plantaciones de dos enfermedades que causan afectaciones importantes a las plantas y la producción como fueron el Huanglongbing (HLB) y la Mancha negra de los cítricos (MNC). Estas enfermedades se caracterizan por las afectaciones a la vida útil de las plantaciones y por la caída de frutos, lo que contribuyeron a la reducción paulatina de las producciones; en primera instancia por la aplicación des las estrategias de manejo del HLB con la erradicación de planas enfermas y siembras nuevas y como segundo factor por las caídas importantes de frutos asociadas a estas enfermedades.

En la campaña 2008/2009 se presentan entre agosto y septiembre los huracanes Gustav e Ike de categoría 4 y 3 respectivamente, no obstante, las pérdidas estimadas por ambos fueron de un 7,4 %; más bajas en comparación con el impacto de los eventos extremos anteriores, lo que se atribuye a que estos huracanes no afectaron de forma directa las plantaciones de la empresa. Sin embargo, con posterioridad las plantaciones mostraron una tendencia a que la producción disminuyera de forma significativa, lo que se atribuye a la incidencia de las enfermedades de alto impacto sobre la producción, presentes en las plantaciones y sus estrategias de manejo que incluye la eliminación de plantas enfermas.

El huracán Irma en septiembre del 2017 con categoría 3, aun con bajas producciones en comparación con campañas anteriores, causó pérdidas del 30,6 % en los volúmenes estimados, a pesar de que su paso no fue directamente sobre la empresa. Se afectaron las toronjas en mayor medida por estar en fase de maduración y las naranjas aun en crecimiento fueron menos afectadas.

De forma general se puede resumir con que se han presentado decrecimientos bruscos en las producciones motivados por la incidencia de huracanes, provocando además de stress a las plantaciones, pérdidas de sus hojas y ramas, que causan una lenta recuperación posterior.

4.2.2. Rendimientos estimados en naranjas y real después de los huracanes.

En la figura 4 se muestran los rendimientos estimados y obtenidos en las cosechas analizadas para los cultivares de naranja. Entre la campaña 01/02 a la 04/05 los rendimientos medios estimados se muestran en intervalos de 22,8 t.ha⁻¹ a 26,1 t.ha⁻¹; no obstante, el paso de huracanes causó pérdidas importantes.

Con el paso del huracán Michelle los rendimientos esperados eran de 22,8 t.ha⁻¹ y se cosecharon solo 4,4 t.ha⁻¹, además de la reducción de los rendimientos en las siguientes cosechas de 16,3 a 23,4 t.ha⁻¹. El huracán Dennis causo una reducción del rendimiento esperado de 26,1 a 20,0 t.ha⁻¹, no obstante, lo más significativo fueron las afectaciones en la siguiente cosecha que de 99,9 t.ha⁻¹ estimadas a cosechar solo se cosechan 8,2 t.ha⁻¹.

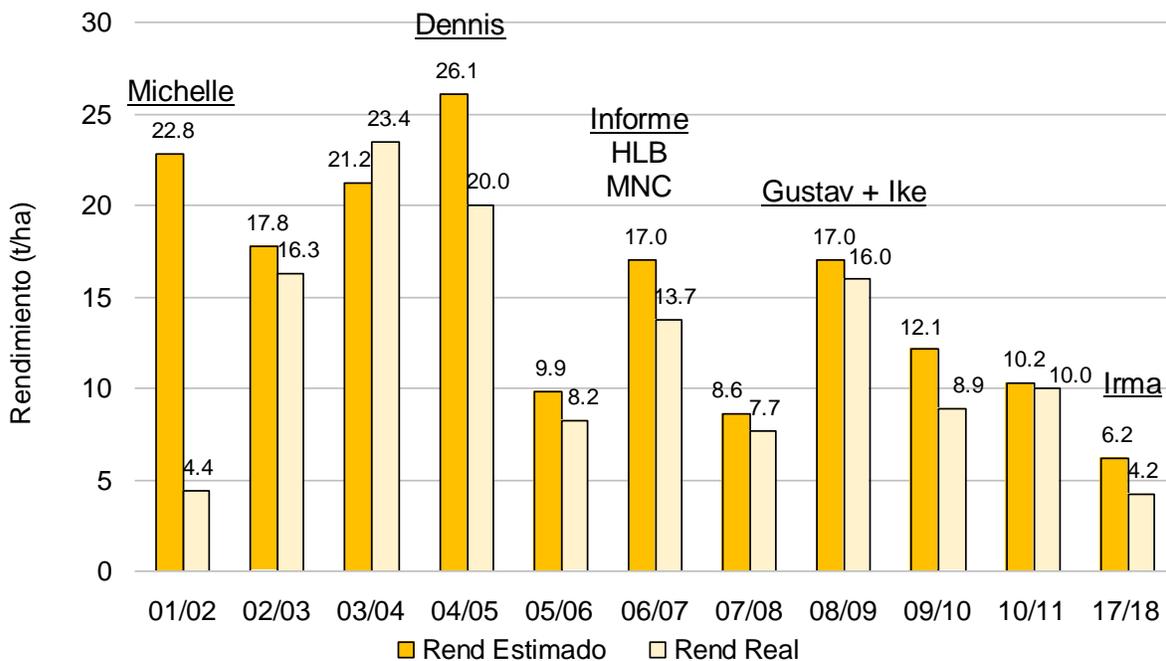


Figura 4. Rendimiento estimado y real alcanzado después del impacto de los huracanes en las plantaciones de naranjas de Jagüey Grande.

Se puede observar como a partir de la campaña 06/07 se han presentado decrecimientos bruscos en los rendimientos de 17 t.ha⁻¹ a 4,02 t.ha⁻¹, además como se explicó con anterioridad esto se atribuye a la presencia de las enfermedades presentes y su manejo, no obstante los huracanes que han incidido en esta etapa han aportado su efecto negativo sobre esta variable al afectar las producciones.

En el caso del huracán Irma en esta especie las afectaciones no fueron directas pero si al afectar las plantas se presentaron caídas de frutos con posterioridad durante la cosecha que contribuyeron a la reducción de los rendimientos, pues en muchos casos las frutas no se pudieron aprovechar.

4.2.3. Rendimientos estimados en pomelos y real después de los huracanes.

En los pomelos los rendimientos mostraron una tendencia similar al de las naranjas (figura 5). Se observa que Michelle causó la mayor reducción de los rendimientos, y de 30,0 t.ha⁻¹ estimadas, solo se cosecharon 11,3 t.ha⁻¹, la fruta caída en plena maduración no pudo ser aprovechada en un gran volumen y esto contribuyó al aumento de las pérdidas.

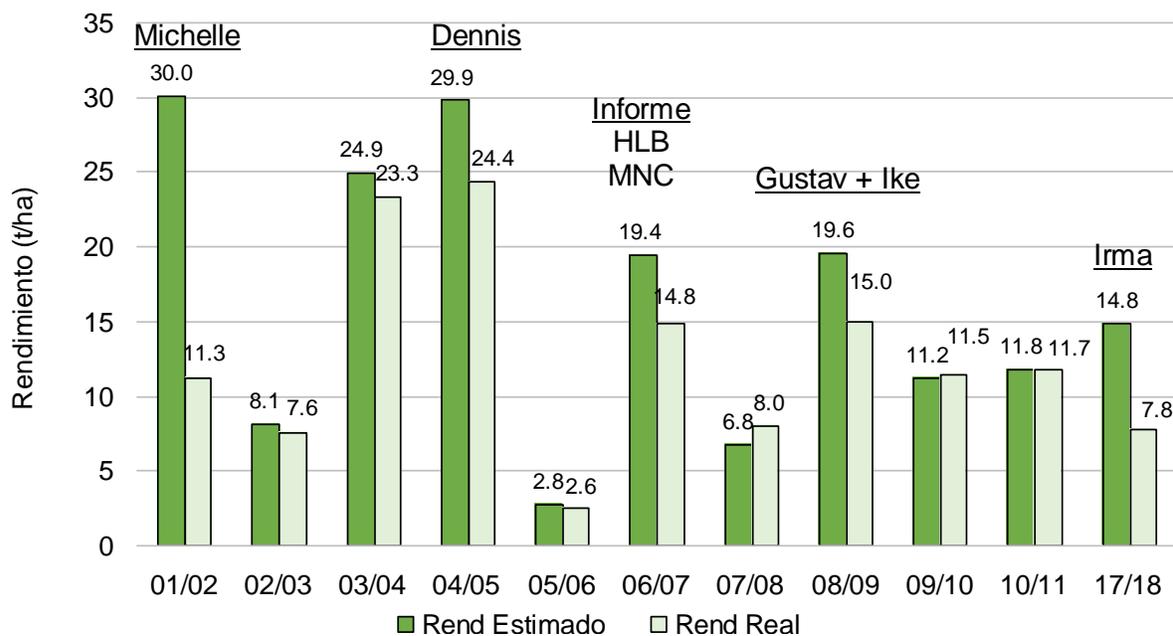


Figura 5. Rendimiento estimado y real alcanzado después del impacto de los huracanes en las plantaciones de pomelos de Jagüey Grande.

La tendencia en la recuperación de los rendimientos fue de dos años como en las naranjas y hasta el tercer año de paso de Michelle los estimados no alcanzaron valores de 29,9 t.ha⁻¹, no obstante fueron afectados por el paso del huracán Dennis con una disminución a valores de 24,4 t.ha⁻¹ y afectaciones al año siguiente en los estimados que llegaron a los mas bajos con valores de 2,8 - 2,5 t.ha⁻¹.

En la campaña 06/07 se informa el HLB y la MNC y se comienzan a aplicar las estrategias de manejo de erradicación de plantas, con la reducción de los rendimientos estimados de 19,4 t.ha⁻¹ a 6,8 t.ha⁻¹. Los huracanes Gustav e Ike contribuyeron a una reducción del rendimiento esperado de 19,6 t.ha⁻¹ a 15,0 t.ha⁻¹; mientras que el huracán Irma provocó afectaciones importantes, con una disminución de los rendimientos esperados de 14,8 t.ha⁻¹ a 7,8 t.ha⁻¹ en esta especie. Mucha de la fruta perdida fue recuperada para la industria y el seguro realizó el pago de una buena parte de la producción, no obstante los daños fueron evidentes.

4.3. Impacto de los huracanes en la fenología y la caída de los frutos.

4.3.1. Impacto del huracán Michelle en la fenología de las plantas.

El análisis del estado fenológico de las plantaciones de naranjo Valencia a los cinco meses del paso del Huracán Michelle por las plantaciones en el mes de noviembre (figura 6) muestra, la influencia negativa de este evento meteorológico extremo en el comportamiento del desarrollo vegetativo y reproductivo de las plantas de esta especie en la empresa.

Las mayores afectaciones se presentaron en los eventos fenológicos de brotación y floración que preparan la planta para la siguiente cosecha, esto se corresponde con las afectaciones en la fructificación. De forma clara se analizaron las afectaciones a la producción y los rendimientos a causa de este huracán en la campaña corriente.

Se apreció un retraso en el momento fenológico de las plantaciones pues en el mes de marzo debían estar en plena floración que ocurre de febrero a marzo en esta región (Aranguren, 2009), y se encontraban en una nueva etapa de brotación como parte de su recuperación tras el paso del meteoro.

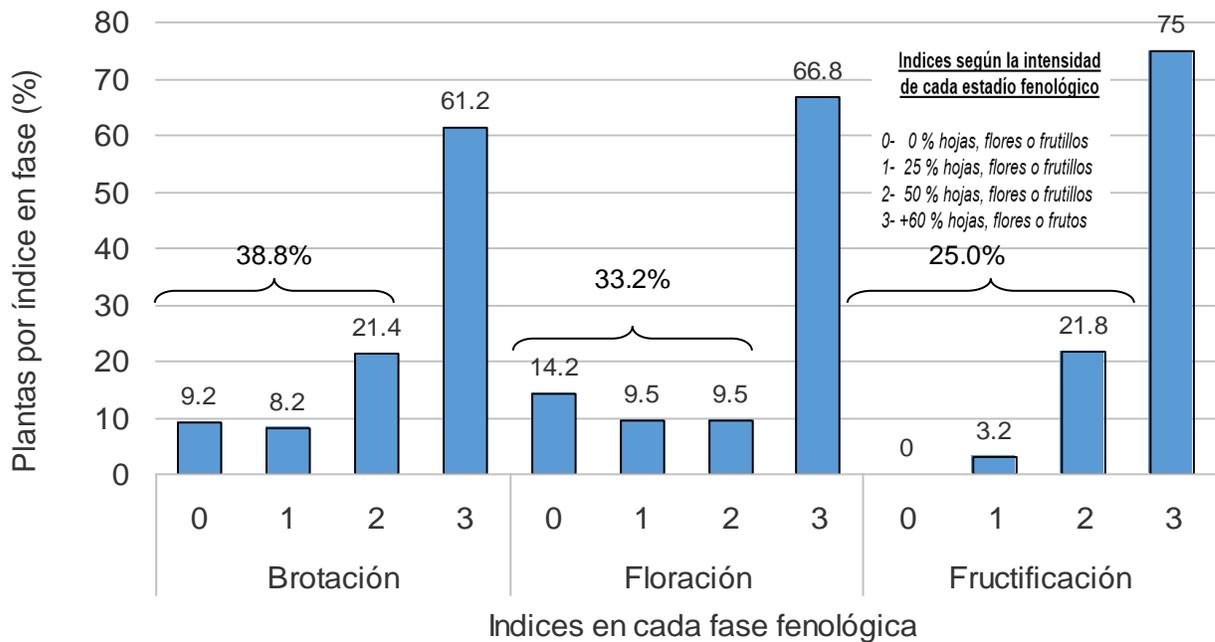


Figura 6. Estado fenológico de las plantas de naranjo Valencia a cinco meses del paso de Huracán Michelle en el mes de marzo por Jagüey Grande.

Con relación a los índices de brotación las plantas presentaban un 61,2 % de ramas con más de un 60 % cubierta de hojas esta fase, no obstante, un 38,8 % de las plantas tenían índices de brotación más bajos. La floración se presentaba baja en un 33,2 % de las plantas y solo un 75 % estaba en fase de fructificación en más de un 60 % de las ramas.

Esta tendencia en el desarrollo fenológico de las plantas indica que la recuperación resulto lenta, pues estas para recuperar su sistema radical y su área foliar tuvieron que emplear todas sus reservas nutritivas, en lugar de utilizarlas en el cuajado de frutos y la fructificación, trayendo como resultado un retardo en la brotación y que las hojas emitidas fuesen de pequeño tamaño (microfolia) con un desfase de la etapa de floración y cuaje. Se encontró un alto porcentaje de áreas sin fructificación ni floración y otras en que fructificaron entre un 15-50 % de las plantas pero con índices bajos (no más de 50-100 frutos/ planta) y tamaños entre 2-5 cm de diámetro, en una primera etapa, por lo que se pronostican afectaciones en los rendimientos como resultado de una deficiente floración y fructificación.

La floración fue irregular (tres picos de floración), escasa en los dos primeros y de larga duración en muchas de las áreas, lo que ha estado influenciado además, por las lluvias caídas en noviembre durante el Huracán y la caída de hojas, que afectaron el normal desarrollo del período de inducción (noviembre a diciembre), y trajo como consecuencias que la floración no se presentara en la época reconocida como normal para esta especie en Jagüey Grande o sea entre febrero y marzo. En una brotación fructífera ocurrida en mayo, la floración venía acompañada de hojas grandes con tamaño típico de la variedad, pero estas servirán de órganos de reserva y fuente de asimilatos para la siguiente fructificación y no para la que se llevaba en curso; el cuajado de esta floración a frutos fue pobre.

Se observó la manifestación de una nueva brotación y floración abundante, a finales de abril principios de mayo, que pudiera incrementar los volúmenes de frutas observados con anterioridad, aunque el cuajado no fue bueno. La variabilidad de la fructificación fue alta con un rangos muy amplios de tamaños de frutos en los diferentes lotes. Sagec y Lovatt (1991) citados por Davenport (2000), señalan que la floración en plantas de naranjo Navel apareció cuatro semanas después de eliminado el estrés y observaron cambios en las concentraciones foliares de algunos compuestos nitrogenados durante el déficit hídrico ocurrido durante el período de estrés inductivo que favorece la floración, destacándose el aumento en los niveles de amonio en una relación directa al aumento del estrés y su severidad.

La ausencia de hojas durante este período después del huracán puede ser la causa de la pobre floración y por tanto las plantas recuperaron primero su área foliar y agotaron las reservas de troncos y raíces en este empeño. Las hojas que aparecieron a partir de la primera brotación, no alcanzaron el tamaño típico de esa variedad y resultan muy pequeñas; estas hojas al formarse después de un estrés tan grande, no lograron alcanzar su tamaño adecuado y por tanto no fueron una fuente adecuada de almacenamiento de reservas para garantizar una buena floración y fructificación.

No se encontraron diferencias significativas en la producción estimada entre los lotes que se continuaron regando después del huracán a partir de febrero o en enero, lo

que indica que resultó más importante el aporte de agua realizado por las lluvias que el brindado por el riego, más aun cuando se emplearon sistemas localizados, es a humedad no fue suficiente para sacar las plantas del gran estrés a que fueron sometidas por el huracán. El inicio del riego pudo influir en el comportamiento de la floración pero no resultó un factor tan importante como lo fue la ausencia de hojas en el período de floración y fructificación.

Es necesario definir que factores condicionaron la respuesta variable del desarrollo reproductivo entre las diferentes áreas, para conocer cual fue la influencia real del huracán en el comportamiento de la brotación, floración y fructificación dentro de la empresa, tomando como referencia los resultados del ordenamiento de la cosecha, la distribución de calibres, calidad, fechas de cosecha y estimados de producción de las áreas a cosechar.

4.3.2. Impacto del huracán Irma en la caída de frutos durante la maduración.

En la figura 7 se representan las caídas de frutos de naranjos y pomelos durante la maduración después del paso del huracán Irma en el mes de septiembre. Se aprecia que este huracán en el caso de los pomelos no solo afectó parte de la producción que fue derribada al suelo por los fuertes vientos, sino que indujo una caída sostenida de frutos durante la campaña de cosecha, con una mayor proporción (22 %) en el mes de septiembre recién pasado el fenómeno meteorológico y esta caída continuó en los siguientes meses con valores de 12 a 14 % en octubre y noviembre respectivamente, que representa una pérdida de 3,8 t.ha⁻¹ adicional.

En las naranjas las caídas al paso del huracán fueron menores (7 %) lo que se atribuye a que sus frutos estaban en un estado de desarrollo menos avanzado que los de pomelos, además, su maduración e inicio de cosecha es en noviembre-diciembre mientras que los pomelos inician su cosecha entre agosto y septiembre; con posterioridad las naranjas experimentaron un incremento importante de las caídas entre octubre y noviembre (10 y 14 %) antes de su cosecha, que contribuyó a incrementar las pérdidas de frutos y la disminución de los rendimientos en 1,6 t.ha⁻¹.

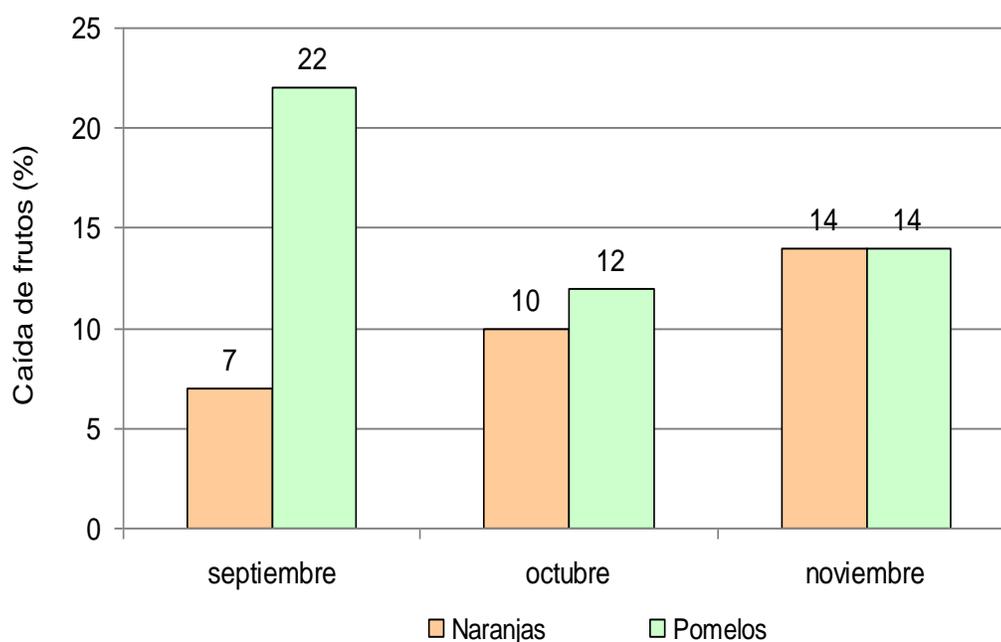


Figura 7. Caída de los frutos de naranjas y pomelos durante la maduración después del paso del huracán Irma por Jagüey Grande.

Esta tendencia a continuar las caídas de los frutos después del paso de huracanes a un mayor ritmo que de forma natural, se atribuye a los efectos negativos de los vientos sobre las plantas, ramas y frutos en desarrollo, que desarrollan zonas de abscisión en el pedúnculo que es favorecida por el estrés a que fueron sometidas las plantas de cítricos.

4.3. Valoración económica del impacto de los huracanes en los cítricos.

4.3.1. Pérdidas de frutos por el paso del huracán Irma y recuperación.

En la tabla 2 se reflejan las pérdidas de frutos de pomelos estimados tras el paso del huracán Irma y los volúmenes recuperados en las diferentes unidades productivas de cítricos de la empresa. Se aprecia que el rendimiento estimado en las diferentes granjas oscilaba entre 19,0 y 5,0 t.ha⁻¹, considerado relativamente bajo en comparación con campañas anteriores atribuible a diferentes causas. La granja 5 fue la de más bajo rendimiento estimado y esto se atribuye al envejecimiento de sus plantaciones que están en fase de renovación.

Las afectaciones a este estimado por el huracán oscila por granjas entre un 23,7 % y 46,0 % con una media a nivel de empresa de 31,2 %, que representa una pérdida de 4,6 t.ha⁻¹ como media; no obstante, después del huracán se realizó un trabajo de recuperación de la fruta aprovechable del suelo para ser enviada a la industria a pesar de que su calidad aún era pobre.

Tabla 2. Rendimientos estimados en pomelos, afectados y recuperados después del paso del huracán Irma por Jagüey Grande.

Granja	Estimado (t.ha ⁻¹)	Afectado (%)	Afectado (t.ha ⁻¹)	Recuperado (%)	Recuperado (t.ha ⁻¹)	Cosechado (t.ha ⁻¹)	Pérdida estimada (%)
1	18	30,9	5,6	43,3	2,4	14,8	17,8
2	19	23,7	4,5	55,2	2,5	17,0	10,5
3	14	41,8	5,9	51,3	3,0	11,1	20,7
5	5	46,0	2,3	47,9	1,1	3,8	24,0
Total	14,8	31,2	4,6	48,5	2,3	12,5	15,5

De la fruta en el suelo producto de las caídas a causa del paso del huracán se recuperó a nivel de empresa una media del 48,5%, que se corresponde con 2,3 t.ha⁻¹ y se cosecharon 12,5 t.ha⁻¹. La pérdida total estimada para esta especie en la empresa fue del 15,5 %, además el seguro pago una parte de la producción lo que permitió resarcir las pérdidas en gran medida.

Emanuel (2005) plantea que es muy importante conocer la actividad de los huracanes ya que estos producen graves daños con diversos niveles, económicos, especialmente para las áreas en que su frecuencia aumenta con el tiempo como es el caso que nos ocupa.

De forma general los frutos que se mantienen en el árbol después del paso de los huracanes, presentaron afectaciones en su corteza por el rameado y los golpes que recibieron, dejándolos inhabilitados para la comercialización en fresco, lo que redujo aun mas los ingresos por pérdidas en la calidad.

4.3.2. Análisis general de las pérdidas por el paso de los huracanes.

La tabla 3 muestra los niveles de las pérdidas económicas y de la producción por especie y totales atribuibles al paso de los diferentes huracanes que impactaron la

empresa en diferentes campañas de cosecha. Podemos apreciar como las pérdidas por el huracán Michelle superaron los 60 millones de pesos, sin tener en cuenta otros daños como los producidos al resto de los cultivos establecidos en la empresa y a las instalaciones que también fueron importantes.

Tabla 3. Pérdidas en la producción y económicas estimadas por el impacto de los huracanes en los cítricos de Jagüey Grande.

Huracanes	Cultivar	Pérdidas (t)	Pérdidas (pesos)
Michelle <i>(11/2001)</i>	Naranja	219,572	34,846,076
	Toronja	138,324	25,257,871
	Total	357,896	60,103,948
Dennis <i>(07/2005)</i>	Naranja	68,472	10,866,506
	Toronja	41,863	7,644,184
	Total	110,335	18,510,690
Gustav/Ike <i>(08 y 09/2008)</i>	Naranja	3,500	555,450
	Toronja	35,000	6,391,000
	Total	38,500	6,946,450
Irma <i>(09/2017)</i>	Naranja	3,993	633,689
	Toronja	20,837	3,804,836
	Total	24,830	4,438,525

Precios base de cálculo: naranja (158.70 pesos/t) y Toronja (182.62 pesos/t).

El huracán Michelle al pasar en el mes de noviembre, facilitó que en esta fecha una parte de la producción de pomelos ya estuviese cosechada, además de que un gran volumen de la fruta derribada en el suelo pudiera ser recuperada ya que las condiciones climáticas, sin precipitaciones en aproximadamente 30 días después de la caída de los frutos, permitieron su mayor tiempo de permanencia en el suelo sin la presencia de pudriciones o deterioro a causa de los efectos del clima, y se pudieron aprovechar para la industria en alguna medida.

El huracán Dennis se presentó en esta región a inicios de julio 2005 y provocó la caída de un gran volumen de frutos, con un estimado en pérdidas económicas de 18 millones de pesos; en esa fecha los frutos de pomelos no habían alcanzado su calidad comercial y ni siquiera una parte podía ser aprovechada por su inmadurez, haciendo que las pérdidas fueran superiores. Las plantaciones demoraron varios

meses para recuperar su área foliar y emitir la nueva floración, que fue menos intensa por las afectaciones sobre el follaje.

Los efectos inmediatos de los huracanes han sido la caída de la fruta y a mediano plazo las afectaciones de la producción al menos en dos campañas productivas. Las afectaciones a la citricultura en Jagüey Grande solo por estos huracanes se estimó en 883 mil toneladas donde el huracán Michelle en noviembre del 2001 aportó el 69 % con 610 mil toneladas tumbadas al piso y el resto el Dennis con su paso en junio del 2005.

Martínez (2008) informó las afectaciones a los cítricos de Jagüey Grande se relacionan con la incidencia del huracán Michelle en el 2001, Dennis en el 2005 y la fuerte sequía entre el 2005-2006 y los serios problemas por las plagas y enfermedades. A causa del paso del huracán Michelle fueron afectadas 420 000 toneladas de cítricos, aunque se lograron recuperar 22 000; se estimó que las exportaciones serían reducidas en 27 millones de dólares y disminuiría el consumo interno de frutos cítricos.

Con relación al paso del huracán Gustav destaca que este evento meteorológico dejó considerables pérdidas derribando plantaciones y campos de frutas, mientras que sólo una semana después el Ike derribó en Jagüey Grande más de 35 000 toneladas de pomelos. Los trabajadores intentaron salvar unas 37 000 toneladas de frutos caídos por los fuertes vientos y lluvias de Ike, para su aprovechamiento en la industria, con un reporte de los daños en unas 23 000 hectáreas, con el derribo de unas 35 000 toneladas de pomelos y alrededor de 3 500 toneladas de naranjas (Martínez, 2008).

La recolección de los cítricos se extiende desde fines de agosto los pomelos hasta junio las naranjas y el huracán Gustav, destruyó las plantas de cítricos, aniquilando toda la cosecha e hizo caer toneladas de frutas a su paso por la Isla de la Juventud con categoría 4 con vientos de más de 240 kilómetros por hora (Martínez, 2008).

El paso del huracán Irma mas reciente (septiembre de 2017), causó perdidas estimadas de cuatro millones de pesos, en su mayor porcentaje por la perdida de la

producción en las plantas de los frutos de pomelos. En sitio web Infobae (2017) informa que en La Florida los huracanes Irma y Harvey costaron a Estados Unidos 290 000 millones de dólares, pues Irma destruyó más de la mitad de los cultivos de naranja en este estado.

El sitio web Portal Frutícola (2017) indica que el mayor impacto del huracán Irma en los cítricos de La Florida fue por los vientos excesivos que arrancaron los árboles y la demora en la salida del exceso de agua acumulada en los huertos a causa de las inundaciones que aumentó la posibilidad de enfermedades en las raíces. Se calculó un 50 a 70 % de pérdidas de los cultivos. Otros sitios web como el FreshPlaza (2017a) plantean que las estimaciones apuntan a que el 70 - 80 % de la fruta en el sector citrícola está en el suelo, y esto agrava la situación de que ya antes de Irma, la cosecha de naranjas 2016-2017 cayó un 16 % en comparación con el año anterior, mientras que la cosecha de pomelos cayó un 28 %.

El sitio web El nuevo día (2017) señala que Irma fue letal para las cosechas en Florida y provocó pérdidas que alcanzan los 2 500 millones de dólares. La industria de cítricos fue de las más golpeadas y algunos cálculos señalan que más de la mitad de la cosecha de naranjas se perdió. El pronóstico de cítricos en Florida que calculó sería de 54 millones de cajas de naranjas, 21 % menos en comparación del año pasado. Indicó que la producción estaría más cerca de las 31 millones de cajas, o una baja del 55 % respecto a las 68,7 millones de cajas que se produjeron en la temporada de 2016-2017.

Portavoces del departamento de Cítricos de Florida (FDOC) manifestaron que los efectos del huracán Irma, fueron significativos y generalizados, con frutas en el suelo y árboles sacados de raíz. Se esperaban estimaron más de 75 millones de cajas de naranjas en los árboles, pero al paso del huracán Irma la cosecha fue mucho menor con pérdidas serias y devastadoras (Sitio web Efe, 2017).

No obstante, otra información plantea entre un 20-50 % de pérdidas para los cítricos en Florida después de Irma, después de un favorable pronóstico para la cosecha de naranja 2017-18, estimando un aumento del 10 % en la producción de este año, que

hubiera sido la primera vez en cinco años que los productores de naranja en la Florida tuvieran un aumento en la producción y esto resultó afectado por el paso del huracán (Sitio web Fresh Plaza, 2017b).

Para Cuba se informa que tras el paso del huracán Irma por Jagüey Grande, dentro de las acciones de recuperación, los trabajadores citrícolas se afanan por recoger unas 20 000 toneladas de toronja blanca y roja derribadas por los vientos para ser procesadas en la industria. Además, se recuperaron alrededor de 4 000 toneladas de naranjas que cayeron sin haber cumplido el tiempo requerido para su máximo aprovechamiento. Entre los planes se espera renovar 8 500 hectáreas, se cosechan cerca de 5 000 con rendimientos notables y se espera alcanzar 18 000 ha, sembradas con variedades más resistentes a plagas y enfermedades, con el empleo de técnicas más novedosas (Emisora Radio Llanura de Colón, 2017).

Toda la información registrada en este trabajo y las referencia que informó la prensa al paso de los diferentes huracanes por la región frutícola de Jagüey Grande, la mayor de Cuba y otras del mundo como sus afectaciones en La Florida, muestran su poder destructivo y las afectaciones económicas que causan estos eventos meteorológicos a los citricultores.

5. CONCLUSIONES.

- Los huracanes que han impactado las plantaciones de cítricos en Jagüey Grande en el período 2000 al 2017, se caracterizaron por su alta intensidad y velocidad de los vientos.
- La producción y los rendimientos de los cítricos tras el paso de huracanes se vieron afectados de forma importante hasta las siguientes campañas.
- El paso de los huracanes afectó el ciclo fenológico de las plantas (índices de brotación, floración y fructificación); con caídas de frutos y de los rendimientos en naranjas y pomelos.
- El paso de los huracanes ha causado afectaciones económicas importantes a la producción de cítricos en Jagüey Grande.
- Se demostró el efecto negativo de la incidencia de huracanes sobre la producción y rendimientos de los cítricos en Jagüey Grande.

6. RECOMENDACIONES.

- Realizar un análisis integral de los efectos sobre los rendimientos y la producción de cítricos que pudieran tener otras variables climáticas como las temperaturas, precipitaciones y periodos de sequía.
- Planificar el seguro de las producciones para garantizar minimizar las pérdidas ante la creciente tendencia al paso de huracanes en los últimos años.

7. BIBLIOGRAFÍA.

- Adams, Jane. 1992. Fruit quality and soluble solids production. The Citrus Industry Magazine. p. 64-65.
- Agustí, M.; Almela, V. y Juan, M. 1999. Crecimiento y maduración del fruto en los agrios: Control. Levante Agrícola. 38 (347) : 134-152.
- Agustí, M. 1998. Factores precosecha que afectan a la calidad de los frutos cítricos (I). Factores medioambientales. Todo Citrus. p. 22-34.
- Albrigo, L. G. 1992. Influencias ambientais no desenvolvimento dos frutos citricos. En: Annais Segundo Seminario Internacional dos Citros. Fundacao Cargill. Brasil. p. 100-105.
- Albrigo, L. G. 1993. Environmental influences on citrus development. 1er Taller sobre Bioclimatología. RIAC. C. Habana, Cuba. p. 6.
- Albrigo, L. G. 2004. Climatic effects on flowering, fruit set and quality of citrus fruit. In: X International Citrus Congress. Morocco. p. 78.
- Albrigo, L. G. and Galán-Sauco, V. 2004. Flower bud induction, flowering and fruit-set of some tropical and subtropical fruit tree crops with special reference to citrus. Proceedings of the 26th International Horticultural Congress, Citrus Subtropical and Tropical Fruit Crops Acta Horticulturae. 632 : 81-91.
- Albrigo, L. G. 2005. The potential for the 2005-06 crop after the 2004 hurricanes. Citrus Industry. 86 (2) : 13-14.
- Albrigo, L. G.; Attaway, J.; Bowman, K.; Buker, R. S.; Castle, W. S.; Hancock, K. W.; McCoy, C. W.; Muraro, R. P.; Rogers, M. E.; Ritenour, M. A.; Spreen, T.; Spyke, P. D.; Syvertsen, J. P.; Timmer, L. W. and Vachon, R. C. 2005. The impact of three hurricanes in 2004 on the Florida Citrus Industry: Lessons learned, what we know and what we don't know. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 118 : 66-74.
- Aranguren, M.; García, Ma. E.; Expósito, J.; Zayas, J.; Pérez Ma. C. y Reynaldo, I. 2009. Pronostico de madurez y calidad en cítricos como herramienta para el

- ordenamiento de la cosecha. En: V Taller Regional de Bioclimatología y Manejo de Producción de Cítricos. Valencia, Estado de Carabobo, Venezuela. (CD).
- Barry, G. H.; Castle, W. S. and Davies, F. S. 2000. Predicting juice quality of Valencia sweet orange in Florida using temperature dependent model. In: IX International Citrus Congress. Florida. p. 60.
- Ben-Mechia, N. and Carroll, J. J. 1999. Agroclimatic modeling for the simulation of phenology, yield and quality of crop production. Citrus response formulation. Journ. Biometeorol. Heildeberg. (33) : 36-51.
- Ben-Mimoun, M. and De-Jong, T. M. 2004. Using the relation between growing degree hours and harvest date to estimate run-times for peach: A tree growth and yield simulation model. [en línea]. Disponible en: <http://www.riss.narc.affrc.go.jp/kssys/pear/growth.asp>. [Consulta: marzo, 11 2017].
- Betancourt, M. 2005. Pronóstico temprano de producción y ordenamiento de la cosecha de la toronja (*Citrus paradisi* Macf.) c.v. 'Marsh' en la Isla de la Juventud. La Habana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical.
- Betancourt, M.; García, Ma. E.; Sistachs, V.; Nuñez, M.; Sánchez, C. M.; Noriega, C.; Oliva, H y Reyes, N. 2009. Mesoclima, rendimiento y calidad del Toronjo (*Citrus paradisi* Macf) en Cuba. Adaptación al cambio climático. En: V Taller Regional de Bioclimatología y Manejo de Producción de Cítricos. Valencia, Estado de Carabobo, Venezuela. (CD).
- Buker, R. S.; Albrigo, G. and Syvertsen, J. P. 2004. How will the hurricanes affect next year's crop? Citrus Industry. 85 (11) : 17-19.
- Calderón-Zavala, G.; Lakso, A. N. and Piccioni, R. M. 2004. Temperature effects on fruit and shoot growth in the apple (*Malus domestica*) early in the season. Proc. XXVI IHC-Deciduous Fruit and Nut Trees. Ed. A.D. Webster. Acta Hort. 636. ISHS. Publication supported by Can. Int. Dev. Agency (CIDA). p. 447-453.

- Carrillo, J. L. 2008. Cambio climático y huracanes, un desafío para el género humano [en línea]. Disponible en: <http://www.periodistasenlinea.org/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=9022> [Consulta: marzo, 11 2017].
- Conde-Álvarez, C. y Saldaña-Zorrilla, S. 2007. Cambio climático en América Latina y el Caribe: Impactos, vulnerabilidad y adaptación. *Ambiente y Desarrollo*. 23 (2) : 23-30.
- Davenport, T. L. 2000. Principles of climatic effects on flowering in citrus. In: IX International Citrus Congress. Florida. p. 289-291.
- Davies, F. S. and Albrigo, L. G. 1994. Factores ambientales que afectan el crecimiento, desarrollo y calidad de la fruta. Ed: CAB-International. p. 9.
- Diez, H. 2007. Cítricos. Estrategias ante el cambio climático [en línea]. Disponible en: <http://www.cubaalamano.net/sitio/client/index.php> [Consulta: marzo, 11 2017].
- Efe. 2017. La industria de cítricos de La Florida sufre daños significativos por el huracán Irma [en línea]. Disponible en: <https://www.efe.com/efe/america/ame-hispanos/industria-de-citricos-florida-sufre-dano-significativo-por-huracan-irma/20000034-3379551> [Consulta: enero, 15 2018].
- El nuevo día. 2017. Irma fue letal para las cosechas en La Florida [en línea] Disponible en: <https://www.elnuevodia.com/noticias/eeuu/nota/irmafueletalparalascosechasenflorida-2365598/> [Consulta: diciembre, 8 2017].
- Emanuel, K. 2005. Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. *Nature*. 436 (4) : 38-39.
- Emisora Radio Llanura de Colón. 2017. Recorre Machado Ventura plantaciones de cítricos en Jagüey Grande [en línea]. Disponible en: <http://www.radiollanuradecolon.icrt.cu/recorre-machado-ventura-plantaciones-de-citricos-en-jaguey-grande/> [Consulta: noviembre, 25 2017].
- Fresh Plaza. 2017a. Irma devasta los cultivos de cítricos y pacanas en toda la costa este de Estados Unidos [en línea]. Disponible en: <http://www.freshplaza.es/>

article/109879/El-hurac%C3%A1n-Irma-devasta-los-cultivos-de-c%C3%ADtricos-y-pacanas-en-toda-la-costa-este-de-Estados-Unidos [Consulta: octubre, 21 2017].

Fresh Plaza. 2017b. Entre un 20-50 por ciento de pérdidas para los cítricos en La Florida después de Irma. [en línea]. Disponible en: <http://www.freshplaza.es/article/109722/Entre-20-50-por-ciento-de-p%C3%A9rdidas-para-los-c%C3%ADtricos-en-Florida-despu%C3%A9s-de-Irma>. [Consulta: octubre, 21 2017].

García, M. A.; Zermeno, A.; Lee, V.; Castro, B. I.; Briones, F. y Aguirre, M. J. 2004. Efecto de la nebulización en la temperatura y humedad del aire y su relación con el cuajado y rendimiento de frutos de naranjo navel. *Agrociencia*. (38) : 643-651.

Goldschmidt, E. E. 2000. Reassessment of climatic effects on fruit maturation in citrus towards the development of a fruit maturation and quality model. In: IX International Citrus Congress. Florida. p. 300-302.

Grange, R. I. 1996. Crecimiento del fruto. *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Azcon-Bieto, J. y M. Talón (Eds). Ediciones Universitat de Barcelona. Mc Graw-Hill Interamericana. p. 449-462.

Guardiola, J. L. 2000. Regulation of flowering and fruit development: endogenous factors and exogenous manipulation. In: IX International Citrus Congress. Florida. p. 342-346.

Hernández, A.; Ascanio, M. O.; Cabrera, A.; Morales, M. y Medina, N. 2004. Correlación de la Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba con la World Referente Base. Conferencia en Curso de Postgrado de Clasificación de los Suelos. Maestría en Ciencias del Suelo, UNAH-INCA. p. 15.

Infobae. 2017. Irma destruyó más de la mitad de los cultivos de naranja de La Florida [en línea]. Disponible en: <https://www.infobae.com/america/eeuu/2017/09/13/irma-destruyo-mas-de-la-mitad-de-los-cultivos-de-naranja-de-florida/> [Consulta: enero, 8 2018].

- INSMET. 2010. El Clima de Cuba. Características generales [en línea]. Disponible en:<http://www.insmet.cu/asp/genesis.asp?TB0=PLANTILLAS&TB1=OPTION&TB2=/contenidos/ciclones%20tropicales/generalidades/generalidades.htm> [Consulta: junio, 25 2017].
- INSMET. 1995. PRECIS-Caribe (Acceso en Línea a Escenarios de Cambio Climático para el Caribe) [en línea]. Disponible en: <http://www.precis.org.uk/> [Consulta: junio, 25 2017].
- Inzunza, J. C. 2005. Clasificación de los clima de Köppen. Ciencia-Ahora. 15 (8) : 23-26.
- IPCC. 1996. Escenarios IPCC SRES - consecuencias sobre el cambio climático [en línea]. Disponible en: <http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/014.htm> [Consulta: noviembre, 12 2017].
- IPCC. 2007a. Summary for Policymakers. En: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (M.L.Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. p. 7-22.
- IPCC. 2007b. Mitigation of Climate Change, Working Group III Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policy Makers and Technical Summary. WMO, UNEP.
- IPCC. 2007c. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O. R. Avidson, P. R. Bosch, R. Dave, LA. Meyer, eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA. 24 p.
- Labraga, J. C. 1998. Escenario de Cambio Climático para la Argentina. Ciencia Hoy. 8 (44) : 12-15.

- Lima, H.; Cornide, M. T.; Álvarez, M. y Frómeta, E. 1988. Clasificación edafoclimática de las localidades cítricas en Cuba. *Agrotécnica de Cuba*. 20 (2) : 63-74.
- Lloret-Oltra, J. 1982. Análisis del proceso de maduración de los agrios en España. *Anales INIA. Serie: Agricultura*. (21) : 41-69.
- Lobit, P.; Génard, M.; Wu, B. H.; Soing, P. and Habib, R. 2003. Modelling citrate metabolism in fruits: Responses to growth and temperature. *Journal of Experimental Botany*. 54 (392) : 2489-2501.
- Marrero, P.; Cruz, O. y Herrera, M. 2004. El clima y la atmósfera. *Notas de Agrometeorología*. La Habana, Cuba. p. 12-16.
- Marsh, K. B.; Richardson, A. and Erner, Y. 2000. Effects of environmental conditions and horticultural practices on citric acid content. In: IX Congress of the International Society of Citriculture. Orlando, Florida. p. 640-643.
- Martínez, N. 2008. Huracán Ike afecto producción de cítricos en Cuba [en línea]. Disponible en: <https://rreloj.wordpress.com/2008/09/12/huracan-ike-afecto-produccion-de-citricos-en-cuba/> [Consulta: marzo, 22 2017].
- Medina, C. L.; Braga, A.; Lopes, D. y Caruso, E. 2005. Citros. *Fisiología dos Citros*. Eds: Mattos de D., J.A. de Negri, Rose Mary Pio e J. Pompeu. p. 592.
- Mestre Sanchís, F. and Feijóo Bello, M. L. 2006. Cambio climático y agua: análisis de impacto económico en la agricultura de Monegros (Huesca). III Jornadas de educación ambiental de la comunidad autónoma de Aragón 24, 25 y 26 de marzo de 2006. Ciama, La Alfranca, Zaragoza. Departamento de medio ambiente. Gobierno de Aragón. p.1-6.
- Muraro, R. P. y Spreen, T. H. 2006. Impacto de los Huracanes del 2004 Charley, Francis y Jeanne en la Industria Cítrica de Florida [en línea]. Disponible en: <http://www.crec.ifas.ufl.edu/> [Consulta: marzo, 22 2017].
- Morales Hernández, L. 2008. El cambio climático en Jagüey Grande. 5 p.
- Ordúz, J. O. 2007. Ecofisiología de los cítricos en el trópico: Revisión y perspectivas En: II Congreso Colombiano de Horticultura. Bogotá: Produmedios. p. 67 – 76.

- Ortúzar, J. E.; Martiz, J.; Raga, V.; Farías, A. and Quinteros, J. 2000. Maturation of navel oranges related to temperature modeling in different climatic regions of Chile. In: IX International Citrus Congress, Florida. p. 315-319.
- Otero, A. 2009. Vulnerabilidad del sector citrícola en Uruguay frente al escenario de cambio climático. En: V Taller Regional de Bioclimatología y Manejo de Producción de Cítricos. Valencia, Estado de Carabobo, Venezuela. (CD).
- Palacios, A. 2008. Cambio climático y su impacto en la agricultura [en línea]. Disponible en: http://www.connuestroperu.com/index.php?option=com_content&task=view&id=4414&Itemid=33. [Consulta: marzo, 22 2017].
- Pardo, A. 2010. Estimación de la floración del toronjo considerando el efecto del cambio climático en la región del caribe. En: III Simposio Internacional de Fruticultura Tropical. La Habana, Cuba. (CD).
- Paz, L. R.; Pérez, R.; López, C. M.; Lapinel, B.; Centella, A.; Pajón, J. M.; Celeiro, M.; Ortega, F.; Méndez, A. L. y Hernández, M. 2008. Curso Cambio Climático. Universidad para Todos. Parte 1., Suplemento Especial. Grupo de edición Editorial Academia. p. 16.
- Pérez de Azkue, M. y Puche, M. 2003. La temperatura como herramienta de predicción agroclimatológica aplicada a la producción de frutales [en línea]. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n3/texto/mazkue.htm> [Consulta: febrero, 22 2017].
- Pérez, M. C. 2001. Principales amenazas a la agroindustria citrícola. Curso-Taller sobre Producción de Material de Propagación Certificado de Cítricos. p. 1 - 8.
- Portal Frutícola. 2017. Huracán Irma. Pérdidas de cítricos en La Florida, Estados Unidos [en línea]. Disponible en: <http://lahoradelcampo.com.uy/site/huracan-irma-perdidas-de-citricos-en-estados-unidos-llegarian-al-70/> [Consulta: mayo, 11 2017].
- Ribeiro, G. J. 2008. Mudanças climáticas e a expectativa de seus impactos na cultura da cana-de-açúcar na região de Piracicaba [en línea]. Disponible en: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11131> [Consulta: enero, 5 2018].

- Richarson, A.; Marsh, K. B. and Macrae, E. A. 2000. Temperature effects on the composition of Satsuma mandarin in New Zealand. In: VI International Citrus Congress, Florida. p. 303-307.
- Rivero, R.; Rivero, Z. y Rivero, R. 2005. Cambios Climáticos: Impactos Agrícolas y Adaptación. Centro Meteorológico de Camagüey. En: III Congreso Internacional de Meteorología, La Habana. (CD).
- Rivero, R. E.; Gómez, A.; Álvarez, R. R.; Rivero, D. R. y García, I. C. 1999. Agricultura y Silvicultura. En Impactos del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba. Informe Final Proyecto no. FP /CP / 2200-97-12, Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba. p. 81-130.
- Rivero, Z. I. y Rivero, R. E. 2002. Influencia del suelo sobre los rendimientos de maíz de secano. Forum de Ciencia y Técnica, Centro Meteorológico de Camagüey. p. 14.
- Roka, F.; Rouse, R.; Futch, S. and Muraro, R. 2006. Hurricanes and the Harvesting Decisions [en línea]. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu> [Consulta: abril, 15 2017].
- Salvatore, J. J.; Ritenour, M. A.; Scully, B. T. and Albrigo, L. G. 2005. The effect of the 2004 hurricanes on citrus flowering potential for the 2005 season. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 118 : 75-79.
- Salvatore, J. J.; Ritenour, M. A.; Scully, B. T. and Albrigo, L. G. 2006. Yield recovery of commercial citrus trees impacted by the 2004 and 2005 Florida hurricanes. HortScience 41 (4) : 1022-1022.
- Southworth, J.; Randolpha, J. C.; Habeckb, M.; Doeringb, O. C. and Pfeifer, R. A. 2000. Consequences of future climate change and changing climate variability on maize yields in the midwestern United States. Agriculture, Ecosystems and Environment. 82 (1-3) : 139-158.
- Téliz, D. 2000. Fisiología reproductiva del aguacate. El aguacate y su manejo integrado. Ed. Mundi-Prensa, p. 57-83.

- Tubelis, A. and Aparecido, A. 1988. Relationships between production of Hamlin Orange trees and the monthly rainfalls at the plateau of Botucato. In: Sixth Internacional Citrus Congress. Tel Aviv, Israel. p. 497 - 501.
- Tubelis, A. and Zapotelli, J. 2000. Relationships between production of Ponkan mandarin and rainfalls In the Federal District of Brasil. In: XI Congress Internacional Society of Citriculture. p. 471-472.
- Tucker, D. P. and Barry, G. H. 2000. Factors affecting citrus production and fruit quality. In: IX International Citrus Congress, Florida. p. 125.
- Tucker, D. P.; Barry, G. H. and Goodrich, R. 2001. Chart outlines factors affecting citrus production & fruit quality. Citrus Industry. p. 31.
- Usher, W. and Gutierrez, F. From bags to pounds solids. 2001. Citri-News. Newsletter of the Citrus Growers Association. 4 (1) : 14-19.
- Valiente, J. I. and Albrigo, L. G. 2000. Modeling flowering date of sweet orange trees in Central Florida based on historical weather. In: IX International Citrus Congress, Florida. p. 296-299.
- Villalobos, R. y Retana, J. 1999. Efecto del cambio climático en la agricultura. experiencias en Costa Rica. En: XI Congreso Nacional Agronómico. p. 367-369.
- Villers, L.; Arizpe, N.; Orellana R.; Conde, C. y Hernández J. 2009. Impactos del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz, México. Interciencia. 34 (5) : 322-329.
- Zang, L.; Shem, G.; Zhang, J. and Chen, A. 1992. Study on the law of orange fruit growth and development and the influence of meteorological factors. In: VII International Citrus Congress, Italy. p. 432-434.