



**UNIVERSIDAD DE MATANZAS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGROPECUARIAS**



## *TRABAJO DE DIPLOMA*

Título: “Influencia de tres variables meteorológicas sobre el cultivo del frijol. Propuestas de medidas de adaptación al clima cambiante.”

Autora: Sarahi Márquez Jordán

Tutor: MSc. Milagros Alfonso Cabrera

Matanzas

2019



*... las acciones de hoy, son la  
garantía del futuro...*

*Fidel Castro Ruz*

## **DECLARACIÓN DE AUTORIDAD**

Declaro que yo, Sarahi Márquez Jordán soy la única autora de este Trabajo de Diploma, en calidad de lo cual autorizo a mi tutora, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y a la Universidad de Matanzas a hacer uso del mismo con la finalidad que estimen pertinente.

---

Firma

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Miembros del Tribunal:

---

Presidente

---

Secretario

---

Vocal

## **DEDICATORIA**

A mis padres que son mi razón de ser y vivir que me han formado desde mi niñez con el hábito del conocimiento, por enseñarme a perseguir mis sueños; por su eterno cariño y su ejemplo.

A mi hermano, mis tías, mis primas y familiares por brindarme su ayuda incondicional en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS**

A toda mi familia por su inmenso amor y fe en mí, en especial a mis padres Armando y Mercedes, a mi hermano, mis tías y mis primas, por su constante preocupación.

A mi tutora Ms.C Milagros Alfonso Cabrera por su paciencia, comprensión y conocimientos para la realización de esta investigación, por sus comentarios acertados y su inmensa ayuda.

A todos los profesores de la Facultad de Ciencias Agropecuaria por todos los conocimientos impartidos y por influir en mi formación profesional y personal.

A los compañeros de la Estación Meteorológica de Jovellanos por su apoyo y colaboración.

A mis compañeros de aula por acompañarme durante estos cinco años y compartir juntos tantos momentos felices.


A todas las personas que de una forma u otra han cooperado para culminar este trabajo.

**Muchas gracias.**

## OPINIÓN DEL TUTOR

La autora del presente estudio Sarahí Márquez Jordán, estudiante de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Matanzas, ha trabajado acorde al nivel alcanzado en las disciplinas vencidas, durante su precedente período estudiantil; evidenciando esfuerzo en su desempeño investigativo, ha demostrado independencia y capacidad de análisis, se adiestró en la Estación Meteorológica de Jovellanos, donde con gran interés se insertó en la actividad, adquirió muchos de los conocimientos en los que se ha basado para alcanzar este resultado, ha sabido interpretar registros de datos meteorológicos, que le han permitido llegar a conclusiones definitorias en su investigación, sobrepasando las expectativas para este nivel, al llegar a resultados conclusivos, que de hecho son base para futuras investigaciones en el tema. Por todo ello considero a la diplomante merecedora de la máxima calificación,

Tutora: Milagros de la C. Alfonso Cabrera



## **RESUMEN**

En nuestro país, a pesar de sembrarse grandes extensiones de frijol, aún no se satisface su demanda de consumo, ya que generalmente los rendimientos se logran por debajo de las potencialidades varietales. En el presente estudio se evaluó la respuesta del cultivo del frijol al comportamiento climático en el municipio de Jovellanos, para ello nos propusimos describir el comportamiento de la temperatura, la precipitación y la humedad relativa durante los 11 años en estudio en la localidad, para relacionar estas variables con los requerimientos climáticos del cultivo del frijol, y los rendimientos alcanzados en el período de estudio, y así proponer medidas de adaptación que permitan minimizar los daños ocasionados por el clima cambiante a la producción del grano. Los resultados arrojaron que el análisis de las variables estudiadas no muestra la ocurrencia de un cambio climático en el área, no obstante se aprecia una tendencia al aumento en las temperaturas, y la precipitación muestra propensiones al cambio, con una redistribución, con incrementos considerables en los inicios de los períodos poco lluviosos, y menos considerables al final de éstos; la variable humedad relativa no aportó información al estudio, se hizo evidente la influencia de la presencia de los tipos de frentes fríos ocurridos. El análisis de asociación aportó que no hay relación significativa entre las variables y el rendimiento. No obstante se propusieron medidas de adaptación a las manifestaciones del clima cambiante evidenciado, y se recomendaron acciones que perfeccionan el presente estudio.



## **Índice.**

|  |    |
|--|----|
| 1. Introducción  | 1  |
| 2. Revisión Bibliográfica  | 3  |
| 2.1 Importancia del cultivo del frijol   | 3  |
| 2.2 Generalidades del cultivo del frijol   | 4  |
| 2.2.1 Características botánicas del cultivo                                      | 5  |
| 2.2.2 Exigencias ecofisiológicas   | 5  |
| 2.3.3 Principales variedades del cultivo del frijol cultivadas en Cuba           | 7  |
| 2.3 Cambio Climático. Causas y consecuencias                                     | 9  |
| 2.3.1 Cambio Climático en Cuba   | 10 |
| 2.3.2 Cambio climático en la provincia de Matanzas                               | 12 |
| 2.3.3 Características climáticas del Municipio de Jovellanos                     | 14 |
| 2.4 Cambio climático y su impacto en la agricultura                              | 20 |
| 2.4.1 Influencia del Cambio climático en los rendimientos del cultivo del frijol | 21 |
| 3. Materiales y métodos  | 23 |
| 4. Resultados y discusión  | 26 |
| 5. Conclusiones  | 33 |
| 6. Recomendaciones   | 34 |
| 7. Bibliografía  | 35 |
| 8. Anexos  | 41 |

## I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la especie de las leguminosas de semilla más importante en el mundo para el consumo humano, debido a que proporciona una fuente significativa de proteínas, vitaminas y minerales a la dieta humana (Mederos, 2013). Para más de 300 millones de personas en el mundo el frijol es un componente vital de la dieta diaria. Esta leguminosa es un alimento de gran importancia económica y social para muchos países latinoamericanos, siendo América Central actualmente la región de mayor consumo y segunda en producción, con un 31% respecto a la del mundo (FAO, 2014). En Cuba el frijol se considera actualmente como cultivo priorizado dentro de las líneas productivas del MINAGRI; su desarrollo está influenciado por un grupo de factores climáticos, edáficos y bióticos entre los cuales pueden producirse complejas interacciones (Garzón y Barrera, 2015). Las condiciones meteorológicas varían por años, afectadas por el efecto del cambio climático, ocasionando diferencias en los regímenes de lluvia y un incremento de las temperaturas. Refiere Alfonso *et al.* (2009), corroborado por Fernández y Alfonso (2017), que en el sector agrícola, las futuras condiciones ambientales, harán que disminuya el rendimiento de ciertos cultivos (frijol, tomate, papa, tabaco); además de un incremento del déficit de agua, factor que será determinante cuando las plantas crezcan simultáneamente con frecuentes e intensas sequías o abundantes precipitaciones, en breves espacios de tiempo, esta afectación espacio- temporal de esa variable, requerirá de medidas de adaptación.

Las legumbres son inteligentes con respecto al clima, porque se adaptan al cambio climático, a la vez que contribuyen a mitigar sus efectos (FAO, 2016)

## **PROBLEMA**

Se desconoce si las variaciones del clima como consecuencia del cambio climático en las condiciones del municipio de Jovellanos podrán influir directamente en los rendimientos del cultivo del frijol.

## **HIPÓTESIS**

Si se realiza el estudio del comportamiento de la temperatura, la precipitación y la humedad en el municipio de Jovellanos durante al menos 10 años, y se correlacionan con los requerimientos climáticos del cultivo del frijol, se podrá determinar la presencia de un clima cambiante y en consecuencia proponer medidas de adaptación que permitan favorecer los rendimientos.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la respuesta del cultivo del frijol al comportamiento climático en el municipio de Jovellanos.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Describir el comportamiento de la temperatura, la precipitación y la humedad relativa durante los 11 años en estudio en el municipio de Jovellanos.
2. Relacionar las variables temperatura, precipitación y humedad relativa, con los requerimientos climáticos del cultivo del frijol y los rendimientos alcanzados en los años en estudio.
3. Proponer medidas de adaptación que permitan minimizar los daños ocasionados por el clima cambiante a la producción del frijol.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Importancia del cultivo del frijol

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una legumbre de grano muy importante en las Américas y partes de África donde sirve como fuente vital de proteínas, vitaminas y nutrientes minerales (Dorcinvil *et al.*, 2010). Forma parte del grupo de las leguminosas comestibles y es considerado estratégico, no solo por sus propiedades nutricionales y culinarias, sino además por su presencia en los cinco continentes del mundo y su importancia para el desarrollo rural y social de muchas economías (Hernández *et al.*, 2018).

Este grano, una fuente importante de proteínas y hierro, que lo ubica en una posición ventajosa respecto a otros alimentos de origen vegetal. Se plantea que el contenido de proteínas en las semillas secas de frijoles oscila entre 12 y 25%, proporciones que son significativamente favorables en comparación con los niveles de proteínas de los cereales que sólo contienen entre 5 y 14%. Es una fuente significativa de vitaminas, minerales y fibra dietética, muy utilizada por los habitantes de países en desarrollo (Dhima *et al.*, 2015; Borges, 2017).

Los frijoles tienen un aporte energético similar al de los cereales, pero contienen además una pequeña parte de grasas, así como una gama de vitaminas y minerales (Broughton *et al.*, 2003). El frijol común es un alimento poco costoso para los consumidores de bajos recursos, por lo que este grano es conocido como "la carne de los pobres" y constituye la segunda fuente de proteína en África oriental y del Sur y la cuarta en América tropical (CIAT, 2013).

Satisfacer la creciente demanda alimentaria de la especie humana es un tema de extraordinaria importancia y vigencia en todos los tiempos. Por ello, en todo el mundo, numerosos investigadores laboran incesantemente en la búsqueda de soluciones sostenibles. Muchos son los cultivos que se emplean en la alimentación del hombre, y en este contexto, todos revisten vital importancia, pues en su conjunto se logran todos los elementos necesarios para su debida nutrición. Dentro de los que se caracterizan por aportar gran cantidad de proteínas, se encuentra el frijol. El frijol común constituye la leguminosa que ha sido objeto de más estudios en América Latina, por ser la fuente

principal de proteína, así como por formar parte importante de los hábitos alimentarios de la población (Almaguer, 2008).

En Cuba gran parte del consumo de proteína vegetal procede de las cosechas de frijol, se consume en todas las formas y colores, ocupando un lugar prioritario, los granos de color negro, formando parte de la comida típica cubana (Castiñeiras, 1992).

El frijol constituye un alimento de alta demanda popular para los cubanos, es por ello que se siembran aproximadamente más de 45 000 ha/año. Sin embargo la producción no supera las 10 000 toneladas. En la actualidad se realiza un duro y serio trabajo con el fin de aumentar la producción de alimentos y satisfacer las necesidades cada vez más crecientes de la población, marco en el cual los agricultores cubanos han impulsado la introducción de prácticas agroecológicas y sostenibles como el empleo de abonos orgánicos, a fin de potenciar el rendimiento de los cultivos, tarea que adquiere particular prioridad en momentos en que la crisis económica mundial provoca la escasez y encarecimiento de los alimentos (MINAGRI, 2010).

## **2.2 Generalidades del cultivo del frijol**

El frijol es una leguminosa de la familia *Fabaceae*, originario y domesticado en América, posee dos grandes acervos el Mesoamericano y el Andino, basados en sus centros de origen Centro y Sur América respectivamente. Estos acervos presentan diferencias en la proteína faseolina, en características morfológicas y moleculares. Existen seis razas en frijol común distribuidas en los dos acervos, en el acervo andino están las razas Nueva Granada, Chile y Perú, y el acervo mesoamericano las razas Durango, Jalisco y Mesoamérica (Blair *et al.*, 2006).

Los primeros exploradores y comerciantes llevaron posteriormente las variedades de frijol americano a todo el mundo, y a principios del siglo XVII, los frijoles ya eran cultivos populares en Europa, África y Asia. (Treviño y Rosas, 2013). Actualmente, esta leguminosa se cultiva prácticamente en todo el mundo (Reyes *et al.*, 2014).

El ciclo vegetativo del frijol seco está entre 90 a 100 días, en los cuales el cultivo requiere entre 350 a 500 mm de agua, dependiendo de la profundidad del suelo, clima y el cultivar (Beebe *et al.*, 2010). La falta de agua durante las etapas de pre floración, formación y llenado de vainas afecta seriamente el rendimiento (Muñoz *et al.*, 2007).

### **2.2.1 Características botánicas del cultivo**

Según la clasificación asignada por Carlos Linneo en 1753, en el sistema de nomenclatura binomial, el nombre completo del frijol común es *Phaseolus vulgaris* L. Taxonómicamente su clasificación es la siguiente, (Valladares, 2010):

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris*

### **2.2.2 Exigencias ecofisiológicas**

Para entender mejor la relación entre los procesos básicos, descritos en un mundo hipotético donde todo es "óptimo", es necesario ver cómo los factores ambientales pueden afectar el crecimiento del cultivo de frijol.

#### **Temperatura**

La planta de frijol crece bien entre temperaturas promedio de 15 a 27°C, pero es importante reconocer que hay un gran rango de tolerancia entre variedades diferentes. En términos generales, bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que altas temperaturas causan una aceleración. Pero vale notar que los extremos pueden producir problemas adicionales como la falta de floración o problemas de esterilidad. Una planta es capaz de soportar temperaturas extremas (5°C o 40°C) por muy cortos períodos, pero si es mantenida a tales extremos por un tiempo prolongado, ocurren daños irreversibles (Hernández *et al.*, 2018).

Casi cualquier proceso de crecimiento está influenciado por la temperatura, debido a la sensibilidad de las reacciones bioquímicas a este factor. Se supone que los daños permanentes causados por extremos, se deben a la disociación de proteínas

enzimáticas y membranas celulares. La variación genética que exista para tolerancia a extremos de temperatura, depende entonces de variaciones en las proteínas y membranas que las hacen más estables y eficientes, para un rango definido de temperatura.

## **Luz**

Obviamente el papel principal de la luz está en la fotosíntesis. Pero la luz también afecta la fenología y morfología de la planta.

La eficiencia puede ser reducida a una cantidad adicional, debido a la reducción en intensidad de la luz dentro del follaje del cultivo: las hojas superiores tienden a recibir más luz de la que pueden utilizar, mientras que adentro las hojas inferiores están bajo sombra.

La luz también juega un papel muy importante en la regulación del desarrollo de la planta, principalmente por medio de efectos del fotoperiodo; esta reacción es muy importante para trabajos de adaptación de nuevas especies, y puede causar cambios dramáticos en el patrón de crecimiento.

El frijol es una especie de días cortos, los días largos tienden a causar demora en la floración y la madurez. Cada hora más de luz por día puede retardar la maduración de dos a seis días (Reyes *et al.*, 2014).

Los factores climáticos como la temperatura y la luminosidad no son fáciles de modificar, pero es posible manejarlos; se puede recurrir a prácticas culturales, como la siembra en las épocas apropiadas, para que el cultivo tenga condiciones favorables (Hernández *et al.*, 2018).

## **Agua**

El agua es tan importante para el crecimiento de cualquier planta, que no sorprende que el crecimiento y rendimiento final del cultivo de frijol dependan mucho de la disponibilidad de agua. Dentro de los papeles principales del agua se incluyen su uso como reactivo de fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura. Vale anotar que la planta de frijol tampoco tolera excesos de agua.

Cuando las raíces están en un ambiente completamente saturado con agua, el oxígeno llega a ser un factor limitante y el funcionamiento de las raíces sufre notablemente. (Hernández *et al.*, 2018).

## **Suelo**

Por otra parte, las propiedades del suelo que están directamente relacionadas con el desarrollo de este cultivo, como son la textura y la estructura, también influyen sobre su desarrollo. Uno de los elementos que más influye negativamente, es la acumulación de humedad en exceso, en suelos que por su textura arcillosa permitan dicha acumulación; sobre la estructura influye a su vez las labores a que éste se somete, ya que si se hacen de forma inadecuada no favorece la granulación del suelo y por tanto se altera la estructura. También es un factor limitante la baja fertilidad del suelo en general, y en particular, la deficiencia en nitrógeno y fósforo, además de las altas concentraciones de aluminio y magnesio que al llegar a niveles muy elevados, son tóxicos para las plantas (Hernández *et al.*, 2018). El frijol requiere para su desarrollo que el terreno tenga buena fertilidad, que sea suelto, con buen drenaje, tanto interno como superficial, y con un pH de 5,5 a 6,5 cerca de la neutralidad. Los mejores suelos son los ferralíticos rojos, los pardos y los aluviales.

### **2.2.3 Principales variedades del frijol cultivadas en Cuba**

Las principales variedades de frijol cosechadas en Cuba según Faure *et al.* (2012) se presentan en la tabla 1, donde se puede apreciar las características de las variedades.



Tabla 1. Las principales variedades de frijol cosechadas en Cuba, según Faure *et al.*, (2012).

| Variedades        | Color del grano | HC  | Días después de la siembra |     |     |
|-------------------|-----------------|-----|----------------------------|-----|-----|
|                   |                 |     | DF                         | DMF | DMC |
| CC 25-9           | Negro           | III | 47                         | 86  | 100 |
| BAT 304           | Negro           | III | 38                         | 68  | 75  |
| Tazumal           | Negro           | II  | 41                         | 75  | 86  |
| Tomeguín 93       | Negro           | II  | 38                         | 69  | 80  |
| CUL 156           | Negro           | II  | 36                         | 69  | 79  |
| Liliana           | Negro           | II  | 41                         | 72  | 84  |
| Cubana 23         | Negro           | II  | 43                         | 75  | 85  |
| Triunfo 70        | Negro           | II  | 32                         | 54  | 75  |
| Milagro villareño | Negro           | II  | 33                         | 58  | 85  |
| Velasco Largo     | Rojo            | I   | 30                         | 66  | 75  |
| CC 25-9 R         | Rojo            | III | 35                         | 72  | 86  |
| Guama 23          | Rojo M          | I   | 43                         | 67  | 75  |
| Delicias 364      | Rojo            | II  | 38                         | 69  | 80  |
| Buenaventura      | Rojo            | II  | 33                         | 68  | 79  |
| Wacuto            | Rojo            | II  | 36                         | 56  | 80  |
| Rubí              | Rojo            | II  | 34                         | 64  | 81  |
| Chévere           | Blanco          | III | 39                         | 71  | 81  |
| Engañador         | Crema           | III | 40                         | 72  | 83  |
| Quivicán          | Blanco          | II  | 37                         | 70  | 86  |
| Aluvia Española   | Blanco          | I   | 30                         | 66  | 75  |
| Lewa              | Blanco          | II  | 36                         | 66  | 85  |

Leyenda: HC (hábito de crecimiento), DF (días a la floración), DMF (días a la madurez fisiológica) y DMC (días a la madurez de cosecha).

En los sistemas de producción del mundo en general y de Cuba en particular, existe un problema, la baja diversidad de variedades dentro de las especies cultivadas. El caso específico del frijol común, aunque se dispone de un grupo bastante amplio de variedades comerciales a nivel de país, 34 según la lista oficial de variedades comerciales del Ministerio de Agricultura (MINAG, 2010), el acceso de los productores es limitado, principalmente aquellos pertenecientes a organizaciones productivas de mayor tamaño como las Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA), Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC), y Granjas Estatales, que tienen una alta dependencia del sector formal de Semillas, por diversos motivos.

### **2.3 Cambio climático, causa y consecuencias**

Se conoce como cambio climático al fenómeno provocado total o parcialmente por la concentración de gases del efecto invernadero en la atmósfera, principalmente el CO<sub>2</sub>, relacionado directa o indirectamente con actividades humanas, como el uso de combustibles fósiles y deforestación. Estudios científicos indican que el cambio climático ya está teniendo efectos sobre la biosfera (Root, 2003).

El clima global de un planeta está determinado por su masa total, su distancia respecto al sol y la composición de su atmósfera. De acuerdo con los dos primeros factores, se estima que la temperatura media de la Tierra sería de aproximadamente  $-18^{\circ}\text{C}$ . Sin embargo, afortunadamente para nosotros, la temperatura media de la Tierra es  $33^{\circ}\text{C}$ , más alta, en alrededor de  $15^{\circ}\text{C}$  (Miller, 1992); esto ocurre debido a la presencia en la atmósfera de pequeñas cantidades de vapor de agua (0 – 2%), de CO<sub>2</sub> (0,03 a 0,04%), así como de muy pequeñas cantidades de otros gases, que absorben parte de las radiaciones térmicas de la superficie terrestre e impiden que escapen hacia el espacio exterior, constituyendo así el efecto de invernadero natural de nuestro planeta.

Como refiere Bazzaz (1996), estudios recientes revelan que el clima mundial del último siglo ha sido particularmente inusual.

Según Parmesan (2003), recientes revisiones indican que en la actualidad ya existen claras evidencias, de que el cambio climático está teniendo efectos sobre especies animales y vegetales y sobre los ecosistemas. Los efectos del cambio climático sobre los seres vivos, a criterio de Hughes (2000), se pueden clasificar en cuatro categorías: 1) fisiológicos (fotosíntesis, respiración, crecimiento); 2) distribución geográfica (tendencia de algunas especies a desplazarse hacia mayores altitudes o hacia los polos); 3) fenológicos (alteración de ciclo de vida por efecto de foto-período, horas/frío, etc.); y 4) adaptación (cambios micro-evolutivos *in situ*). A esto habría que agregar que muchas especies, sobre todo aquéllas de distribución restringida, incrementarán su riesgo de extinción y algunas de hecho se extinguirán por efecto directo del cambio climático (González, 2001).

En la actualidad se reconoce el cambio climático como uno de los mayores retos globales para la humanidad. Para hacer frente a éste, por un lado es necesario el trabajo de mitigación, que consiste en la reducción de las emisiones de gases de efecto

invernadero (GEI), responsables del impacto y duración del calentamiento global. Sin embargo, debido a los retrasos en el sistema atmosférico entre la emisión de GEI y la manifestación de sus consecuencias, incluso si cesaran completamente de manera inmediata, habría un cierto nivel de calentamiento. Por tanto, es necesario también el trabajo de adaptación al cambio climático. La adaptación consiste en prepararse para el cambio climático, tomando medidas para reducir sus impactos negativos y aprovechar al máximo las posibles oportunidades que genere.

Los eventos asociados a la variabilidad climática han ganado protagonismo en los últimos años, a veces asociados al calentamiento global-cambio climático y otras a la variabilidad del clima. Fenómenos como El Niño, los eventos meteorológicos extremos, las olas de calor, las sequías, inundaciones, han estado presentes y con mayor incidencia en la opinión pública estos años (Fernández y Alfonso, 2018).

### **2.3.1 Cambio climático en Cuba**

Los estudios sobre las tendencias en los elementos climáticos en Cuba comenzaron a finales de la década de los 80 cuando Vega *et al.* (1987) encontraron la existencia de una tendencia opuesta entre las precipitaciones de la estación lluviosa y la estación seca.

Cuba no ha sido una excepción. Temperaturas por encima de los valores medios del periodo 61-90, más frecuentes e intensas sequías, aumento de la actividad ciclónica, variación en la distribución de las precipitaciones, son algunas de las incidencias climáticas, que en los últimos años han estado ocurriendo en el territorio nacional (Fernández y Alfonso, 2018).

Las evidencias observacionales indican claramente que el clima de Cuba se ha hecho más cálido. Durante las últimas cuatro décadas la temperatura media anual ha aumentado cerca de 0,5°C, con el período más cálido en los años 80 y 90; este incremento fue debido fundamentalmente a una tendencia muy marcada de ascenso de las temperaturas mínimas, que han sufrido un ascenso de cerca de 1,4°C en sus valores medios mensuales. Las tendencias en las temperaturas máximas no son significativas por lo que consecuentemente, se ha registrado una disminución de la oscilación térmica media diaria de casi 2°C (Centella *et al.*, 2011).

Aunque las precipitaciones en Cuba no han mostrado variaciones significativas para períodos largos de registros, 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. Adicionalmente, la frecuencia de sequías se ha incrementado significativamente, resaltando la del 2015. Todas estas variaciones parecen estar relacionadas con la posible reintensificación del ciclo hidrológico causada por los procesos de calentamiento (Centella *et al.*, 2011).

El evento El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) juega un papel importante como elemento de forzamiento de la variabilidad climática en Cuba. La influencia se refleja fundamentalmente en un incremento de los acumulados de precipitaciones invernales y un aumento de la frecuencia de ocurrencia de eventos severos del tiempo en esta misma época del año (Alfonso, 1995; Cárdenas y Naranjo, 1996).

Según la Estrategia Ambiental Nacional 2015-2020, el cambio climático es considerado una amenaza al desarrollo sostenible de Cuba, dado que los eventos hidrometeorológicos son cada vez más frecuentes e intensos, provocando afectaciones en la calidad y disponibilidad del agua y llevando a la reducción de las áreas de cultivos y a la pérdida de la agroproductividad.

La posición de la República de Cuba frente a estas variaciones del clima, se oficializa mediante el Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático (Tarea Vida), aprobado por el Consejo de Ministros el 25 de abril de 2017, está inspirado en el pensamiento del líder histórico de la Revolución cubana Fidel Castro Ruz. Respecto a los documentos elaborados anteriormente sobre el tema, esta nueva propuesta, tiene un alcance y jerarquía superior, los actualiza e incluye la dimensión territorial. Asimismo, concibe ejecutar un programa de inversiones progresivas, a corto (2020), mediano (2030), largo (2050) y muy largo plazos (2100) (Fernández y Alfonso, 2018).

### **2.3.2 Cambio climático en la provincia de Matanzas**

En la memoria de la sociedad matancera, se encuentran vivos los negativos impactos de varios eventos meteorológicos extremos, como los huracanes Michelle en 2001, Dennis en 2005, Gustav e Ike en el 2008 y el más reciente, Irma. La ocurrencia de sequías intensas y prolongadas, la sensación térmica de la población, sobre todo

durante los meses de verano y transición, son otros de los reflejos del comportamiento del clima en el territorio.

Algunos estudios desarrollados por el Centro Meteorológico Provincial (CMP) de Matanzas, apoyados en una base de datos de más de 50 años, demostraron una tendencia al aumento en las temperaturas, que presupone, que el irreversible cambio climático global que prevé el IPCC, será una realidad también en nuestra provincia. Se observa un aumento en el comportamiento de las temperaturas en la última década, siendo éste mayor en horas de la noche y comienzo de la mañana, que hacia el mediodía, lo que ha provocado una disminución de la amplitud diaria de la temperatura. La severidad y prolongadas sequías, así como la ocurrencia de precipitaciones intensas en la época poco lluviosa es una tendencia muy frecuente en la actualidad.

### **Principales impactos asociados a la variabilidad climática que influyen en el sector agropecuario del territorio matancero:**

- Más sequías en verano, con consecuencias negativas para el abastecimiento de agua para uso urbano y agrícola. Aunque en la actualidad la región goza de buena disponibilidad de recursos hídricos, una disminución en la precipitación de verano como la prevista sufriría una reducción de los recursos disponibles (Fernández *et al.*, 2017).
- Más episodios de lluvia torrencial en invierno, con potencial para incrementar inundaciones y los daños asociados en infraestructuras (de transporte, de energía, etc.). Los análisis de carácter regional de los modelos climáticos sugieren un aumento de las precipitaciones extremas del 15% (precipitación diaria), nos llevarán a un incremento de las pérdidas por inundaciones. Los resultados obtenidos en el estudio de la cuencas de Majaguillar, Ciénaga de Zapata y San Juan, muestra que los Consejos Populares cercanos se verán afectadas por lluvias localmente intensas provocadas por Eventos Meteorológicos Extremos, lo que llevará a una mayor extensión del área inundable, además de incidir en el incremento en la velocidad y altura de la lámina de agua en la zona,

- Teniendo en cuenta la previsión de un aumento de las precipitaciones extremas, provocadas por eventos meteorológicos extremos que se pronostica sean más frecuentes, las áreas susceptibles a inundaciones se verán extendidas para mediados y finales del siglo XXI. En el caso de precipitaciones con un periodo de retorno de 50, (Fernández, 2017).
- Más olas de calor en verano (con consecuencias a nivel de salud, incremento de demanda eléctrica por sobre consumo). Estudios preliminares muestran una amplificación del impacto térmico en los poblados, donde se puede apreciar un aumento de las temperaturas máximas para finales del siglo XXI (2071-2100) de 3,6°C para la ciudad de Matanzas y en el municipio de los Arabos 4,1°C. Se espera que los episodios de olas de calor sean más largos, (Fernández, 2017).
- El incremento de intensas y concentradas lluvias, con mayor frecuencia de tormentas, afectará el rendimiento melífero. Los actuales estudios en los municipios de Limonar, Unión de Reyes, Pedro Betancourt y Jovellanos, muestran alteraciones en la calidad y producción de miel (Fernández y Alfonso, 2017).
- Con respecto al sector forestal, las predicciones y análisis del comportamiento del clima muestran un impacto significativo sobre las especies estudiadas (caoba) (González *et al.*, 2017), para las que se esperan grandes afectaciones en su desarrollo, por las frecuentes y prolongadas sequías en los años venideros, en el municipio de Martí.
- El actual clima cambiante incide considerablemente en las producciones agrícolas, se emiten certificaciones a productores independientes, CCS y UBPC, por afectaciones de eventos meteorológicos y comportamientos anómalos de variables meteorológicas durante la fase de semilleros, producción y calidad de la miel, floración tardía o doble floración de cultivos, por precipitaciones intensas en cortos periodos de tiempo durante la temporada poco lluviosa, y poco desarrollo de las plantaciones por sequía. (González *et al.*, 2017).
- Las variables de comportamiento más interesantes fueron la temperatura y la precipitación, (coincidiendo con el comportamiento mundial), donde la máxima temperatura se mantuvo durante el 75% del año 2013, por encima o igual a la

media histórica y la mínima se mantuvo en el mismo año durante el 95% del tiempo, por debajo de la mínima histórica. Sin embargo las precipitaciones se comportaron por debajo de la media histórica en el 75% del período en el propio 2013. Como resultado se caracterizó el momento óptimo de siembra del frijol en el municipio de Colón, entre la 1<sup>ra</sup> decena de octubre y la 3<sup>ra</sup> de diciembre. Lo que permitió recomendar que la elección de los sistemas y momentos de siembra a emplear en el cultivo del frijol en el municipio de Colón, deben variar según el comportamiento actual del clima local (Alfonso *et al.*, 2014).

### 2.3.3 Características climáticas del municipio de Jovellanos.

#### Temperatura del aire

En la zona de estudio, resulta conveniente caracterizar el comportamiento del régimen de temperatura, con el auxilio de los valores extremos diarios y no de su media diaria. Los valores más altos de temperatura se registran en los meses de julio y agosto con 32,8°C de la media histórica y los más bajos en los meses de enero y febrero con una mínima media de 14,6°C y 14,8°C, respectivamente. En la figura 1, se muestra el comportamiento anual de esta variable representando los meses más cálidos y los más fríos respectivamente:

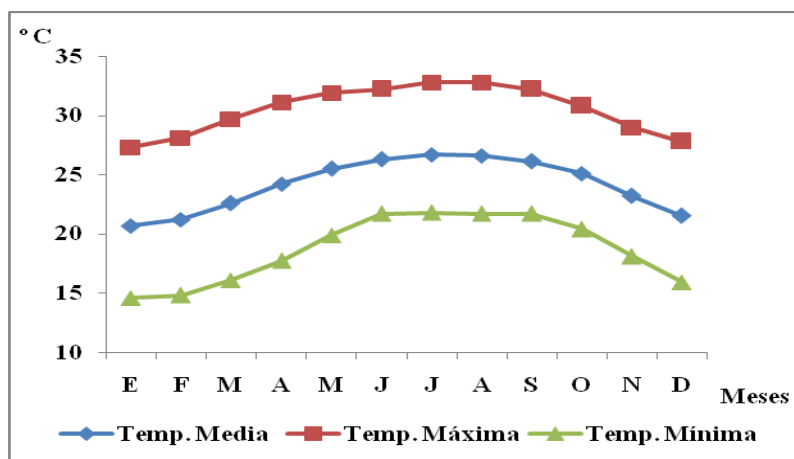


Figura 1. Marcha anual de los elementos de la temperatura del aire. Estación Meteorológica de Jovellanos.

En esta llanura se observa un período largo de días muy cálidos (verano), otro de menor duración (invierno fresco) y por último uno más corto con características transicionales (cálido de marcada oscilación diaria).

A continuación se muestra las figuras 2 y 3, representando los valores calculados, para las diferentes probabilidades de ocurrencias de las temperaturas extremas.

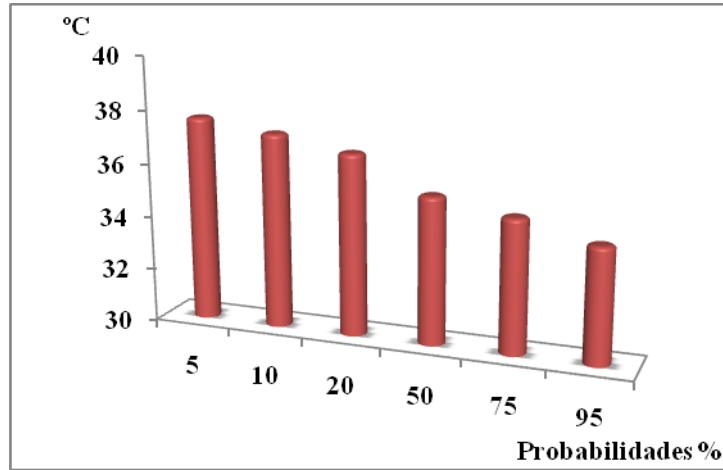


Figura 2. Probabilidad de ocurrencia de las temperaturas máxima absolutas. Estación Meteorológica de Jovellanos.

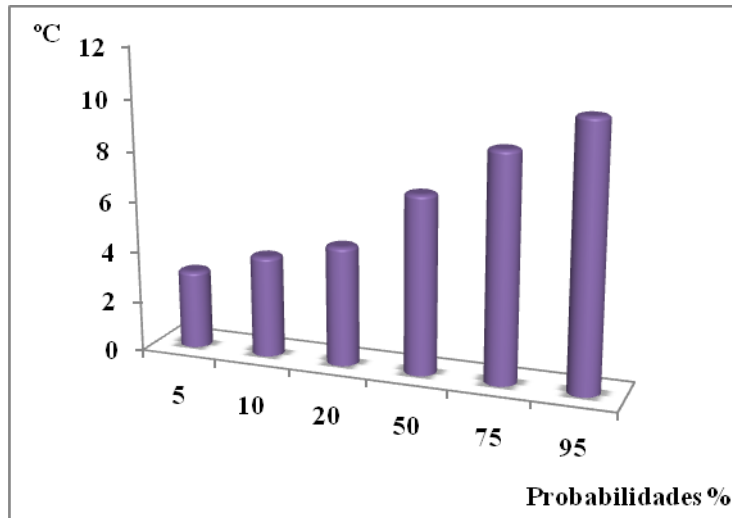


Figura 3. Probabilidad de ocurrencia de las temperaturas mínimas absolutas. Estación Meteorológica de Jovellanos.



El mayor por ciento de probabilidad de ocurrencia de temperaturas máximas extremas, es entre 34,1°C y 34,3°C, con un 95%, mientras que cada 20 años se esperan reportes de 37,6°C a 37,8°C. La figura 3 representa las probabilidades de ocurrencia de las temperaturas mínimas, los valores de 10,2°C hasta 10,4°C son las más frecuentes, cada 10 años se esperan reportes aproximadamente de 4,0°C y cada 20 años de 3,1°C.

### Precipitación

El comportamiento de las precipitaciones, tiene sus características muy bien definidas, durante los períodos lluvioso y poco lluvioso. La figura 4 muestra la marcha anual de las precipitaciones, el período lluvioso está comprendido entre mayo a octubre en el cual cae 74,3% de las precipitaciones totales anuales, con 90 días con precipitaciones como promedio, y un coeficiente de variabilidad de 0,22. El otro período de pocas precipitaciones se establece en los meses de noviembre a abril con un coeficiente de variabilidad de 0,58. Los meses más lluviosos son junio y septiembre de 274,2 mm y 235,8 mm, como media histórica, respectivamente. El mes menos lluvioso es diciembre con registro histórico de 33,7 mm. Las precipitaciones durante los meses invernales, generalmente se asocian al paso de frentes fríos y a los organismos meteorológicos subtropicales de bajas presiones, como ocurre en toda la provincia.

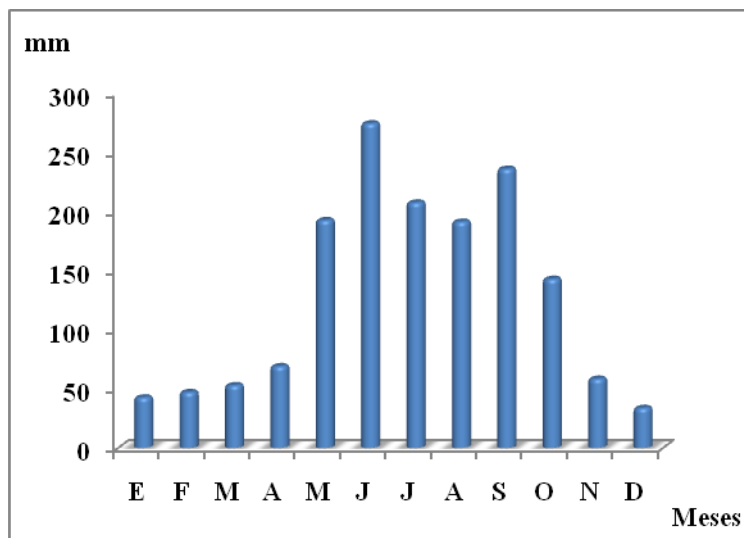


Figura 4. Marcha anual de la precipitación.  
Estación Meteorológica de Jovellanos.

## Evaporación

El comportamiento de la evaporación (figura 5) es regular y depende del comportamiento de otras variables meteorológicas, como la precipitación, velocidad del viento, humedad relativa e insolación, aunque presenta variaciones significativas de un día a otro.

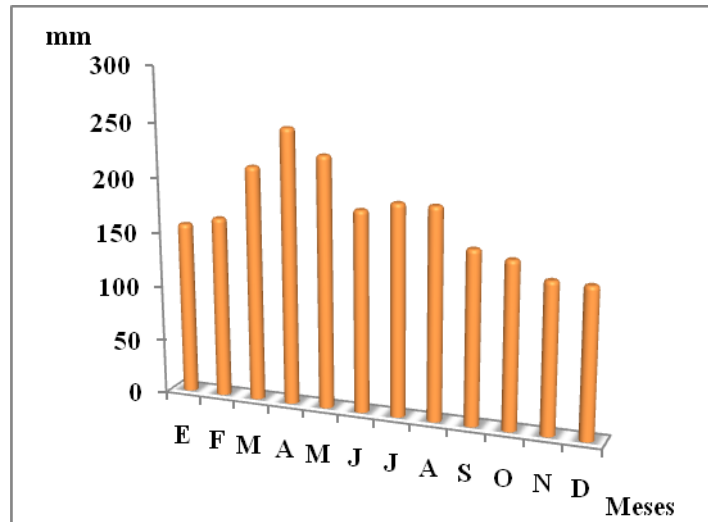


Figura 5. Marcha anual de la Evaporación.  
Estación Meteorológica de Jovellanos.

El mes de mayor evaporación es abril, con 224,54 mm seguido de mayo. El mes de menor evaporación es noviembre con 133,84 mm. La distribución de la evaporación en toda la zona central de la provincia, presenta igual comportamiento.

## Humedad Relativa.

De acuerdo a la figura 6, la humedad relativa máxima, es la de menor fluctuación, se mantiene elevada durante todo el año con valores que superan el 90%, con un máximo de 97% en septiembre. Los valores de humedad relativa mínimos disminuyen desde el inicio de año, hasta el mes de abril cuando se registra 50%, después se eleva rápidamente hasta julio, en que comienza un período de poca variación; no obstante es de los elementos de la humedad relativa, el de mayor fluctuación.

Ante eventos meteorológicos como el paso de frentes, se reportan valores extremos de humedad relativa durante todo el día, y en ocasiones durante varios días, ejemplo de este fenómeno tenemos la prefrontal del frente frío # 2 de la temporada invernal 2006

2007, el día 28/10/06 se registró valores de humedad relativa mínima de 70%, humedad relativa media 88% y humedad relativa máxima 98%. Tal situación se presenta con la prefrontal del frente frío #6, de la temporada invernal 2007-2008; en este frente retrógrado al norte con fuertes lluvias, el 20/01/2008, la humedad relativa mínima alcanzó 71%, la humedad relativa media 90% y la humedad relativa máxima 99%.

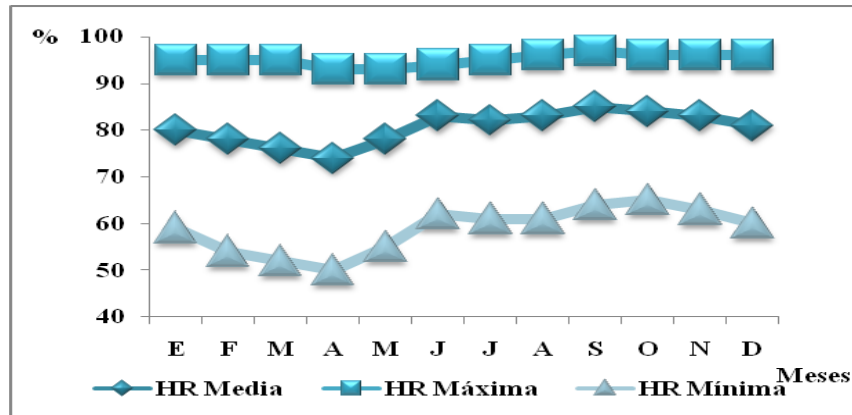


Figura 6: Marcha Anual de los elementos de la Humedad Relativa. Estación Meteorológica de Jovellanos.

### Insolación

De acuerdo a la figura 7, se observa de enero a abril un sostenido incremento de la insolación, que se interrumpe al comenzar el período lluvioso, de mayor nubosidad, y toma el valor mínimo en junio, mes de máximas precipitaciones. En julio y agosto, meses de menor precipitación que los meses de máximas precipitaciones (junio y septiembre), se incrementa la insolación, luego se aprecia un descenso en los valores de insolación hasta que finaliza el año, cuando toma en diciembre su valor más bajo de 6,9 h/sol.

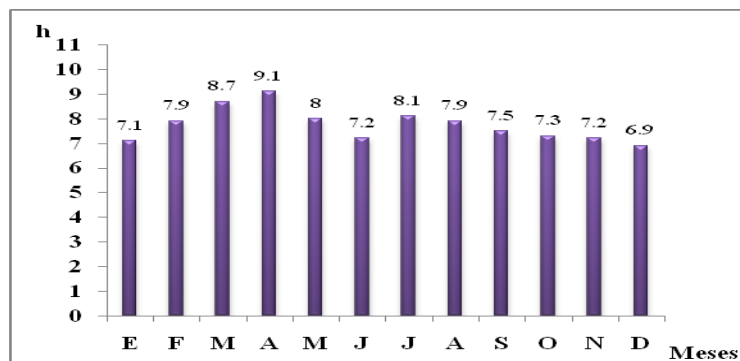


Figura 7: Marcha anual de la Insolación. Estación Meteorológica de Jovellanos.

## Vientos.

La figura 8 muestra la rosa de los vientos. El viento predominante es del NE y un % alto bate desde el E. Hay 45,32% de calma, que generalmente ocurre en el transcurso de la noche y madrugada.

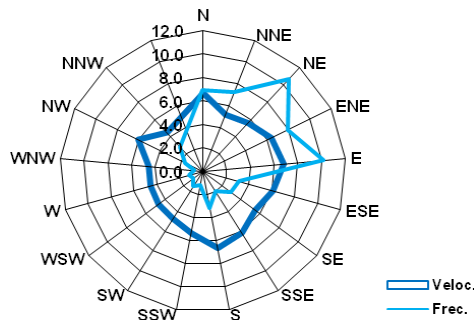


Figura 8. Comportamiento anual de la velocidad y dirección del viento. Estación Meteorológica de Jovellanos.

El mes con valor más alto es abril, que ascendió a 6,0 km/h, promediando la velocidad anual 3,9 Km/h. Los mínimos ocurren en el mes de septiembre con rapidez media de 2,5 Km/h. La velocidad del viento es mayor durante la tarde, principalmente entre las 18:00 y las 21:00 horas.

## 2.4 Cambio climático y su impacto en la agricultura

La agricultura juega un papel excepcional en lo que a cambio climático se refiere, por un lado es altamente vulnerable al cambio climático que afecta negativamente al sector, y por el otro, es responsable de entre el 19 y 24% de las emisiones de gases de efecto invernadero globalmente, lo que lo constituye en generador del problema también. El cambio climático tiene consecuencias directas sobre la agricultura y sobre la producción y la disponibilidad de alimentos, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria y nutricional de las poblaciones más vulnerables (FAO, 2018).

Según Morton (2007), el cambio climático es una amenaza progresiva y cada vez más latente para la producción de alimentos, por lo que el desarrollo de cultivares adaptados a estas condiciones extremas es una opción posible para contribuir a la seguridad alimentaria de una población creciente que requiere alimentos (Polania *et al.*, 2009). Desde 1990, los desastres climáticos e hidro-meteorológicos costaron a la región más

de \$ 72 mil millones de dólares, afectando la vida en promedio a tres millones de personas anualmente durante ese período. La sequía y las inundaciones en particular causaron consecuencias devastadoras para la producción ganadera y agrícola, este fenómeno exagera la vulnerabilidad demostrada a los eventos extremos.

Los impactos del cambio climático en la agricultura y el bienestar humano comprenden los efectos biológicos en el rendimiento de los cultivos, y las consecuencias del impacto sobre los resultados, incluyendo calidad, precios y producción (Nelson *et al.*, 2009).

El análisis de medidas de adaptación en el sector agrícola, debe tomar en cuenta el complejo marco de la actual globalización de la economía mundial, especialmente el de aquellas medidas de mayor alcance, porque conciernen a la reducción de algunas producciones, al aumento de otras o afectan a importantes renglones de exportación e importación.

Otro factor importante en el estudio de las opciones de adaptación, es el hecho de que en Cuba no existe una economía de mercado interna, basada únicamente en leyes de la oferta y la demanda; esto limita el uso de las técnicas económicas recomendadas internacionalmente para el estudio de la efectividad de las medidas de adaptación (Benioff, 1996; UNEP/IES, 1996). La actividad económica de este sector es determinante para la producción de alimentos y una de las más vulnerables a los efectos climatológicos pues muchas de las especies tienen en riesgo sus vidas ante cualquier variabilidad en sus ecosistemas. En tal sentido, se han propuesto como objetivos fundamentales profundizar en el diagnóstico, las acciones y los proyectos de adaptación al cambio climático con carácter integral y progresivo (Puig, 2018).

#### **2.4.1 Influencia del cambio climático en los rendimientos del cultivo del frijol**

El cultivo del frijol, al igual que otros cultivos de importancia económica, se afecta durante el crecimiento y desarrollo por factores bióticos y ambientales adversos (abiótico) como: precipitación, temperatura, humedad, luminosidad y mala distribución del área cultivada (Hernández *et al.*, 2018). Así como factores edáficos, que varían entre localidades como: como topografía, tipo de profundidad del suelo, época de siembra que puede favorecer la aparición de plagas y enfermedades. Además, la falta

de cultivares adaptados al medio ambiente, incluso a los cambios climatológicos a nivel global (Cardona, 2013).

Los factores climáticos como la temperatura y la luminosidad no son fáciles de modificar, pero es posible manejarlos; se puede recurrir a prácticas culturales, como la siembra en las épocas apropiadas, para que el cultivo tenga condiciones favorables (Hernández *et al.*, 2018).

El agua es un elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de cualquier planta, como reactivo en la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura. Está demostrado que el frijol no tolera el exceso ni la escasez de agua; sin embargo, la planta ha desarrollado algunos mecanismos de tolerancia a estas condiciones de estrés, como el aumento en el crecimiento de las raíces para mejorar la capacidad de extracción de agua. En cambio, no se han identificado mecanismos de tolerancia al anegamiento, y su recuperación frente a este hecho se relaciona con la habilidad para producir raíces adventicias (Hernández *et al.*, 2018).

En los últimos años el cambio climático es una amenaza progresiva, y cada vez más latente para la producción de alimentos, entre ellos el frijol, especialmente en las regiones menos desarrolladas, entre ellas se encuentran sequías e inundaciones severas frecuentes, que favorecen la aparición de nuevas plagas y enfermedades y el aumento de las ya existentes (Polania *et al.*, 2012; Estrada *et al.*, 2016).

En Cuba el frijol común ha sido cultivado tradicionalmente, encontrándose entre los cultivos económicos más importantes. Sin embargo, el rendimiento se ha caracterizado en los últimos 20 años por ser bajos, no sobrepasando el valor medio 0,61 a 1,0 t.ha<sup>-1</sup>, en el sector estatal y no estatal respectivamente (Cabrera *et al.*, 2011).

Es posible tener esos criterios gracias a la Meteorología agrícola o Agrometeorología, ciencia aplicada que estudia la influencia del tiempo atmosférico y el clima sobre la productividad agrícola, la ganadería y la silvicultura, trata a su vez de las acciones mutuas que se ejercen entre los factores meteorológicos, por una parte, y la agricultura en su sentido más amplio por la otra, para detectar y definir los factores del clima que limitan la producción agropecuaria, aplicando así los conocimientos que se tienen de la atmósfera a los aspectos prácticos de la agricultura, para la toma de medidas oportunas

ante situaciones anómalas, de lo que surgen la Vigilancia Agrometeorológica y las Alertas Tempranas.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo esta investigación, se contó con la información de las variables climáticas de temperatura, precipitación y humedad relativa del municipio de Jovellanos, de los años 2008 al 2018, obtenidas en la Estación Meteorológica (EM) “Mario Rodríguez Alemán”, que está ubicada a los 25° 48' de latitud norte y a los 81° 10' de longitud oeste, y a 25.23 MSNM; esta estación fue fundada en julio de 1976 (figura 9).



Figura 9. Vista frontal de la EM Jovellanos

Es una EM del tipo Agrometeorológica, dotada de personal calificado, con tres especialidades Sinóptica (Clima), Actinométrica (Radiación solar) y Agrometeorológica, que en aras de ofrecer un excelente servicio meteorológico, entra por acuerdo del Instituto de Meteorología y la máxima dirección del país, en planes de desarrollo para el montaje de equipos automatizados, y se instala una estación automática el 12/02/2006, con sensores de precipitación, humedad relativa, vientos, radiación solar, temperatura y presión, que hoy se intercomparan con los datos de los instrumentos de similar función, pero de tipo convencionales para ser validados, y formar parte en breve de la informatización de la sociedad, al estar totalmente asequibles de forma automática. Su objeto social es la vigilancia del tiempo y el clima en la localidad.

Además se obtuvo información de los rendimientos del cultivo del frijol de la UBPC “La Rueda”, perteneciente a la Empresa Agropecuaria Vladimir I. Lenin del municipio



Jovellanos, provincia Matanzas; la cual limita al norte con la Carretera Central, al sur con la antigua escuela AG-7, al este con la Finca Los Pirineos, y al oeste con la Finca Fortunita (figura 10).



Fig.10: Imagen satelital UBPC La Rueda y EM Jovellanos

Los datos obtenidos temperatura, precipitación y humedad, fueron tabulados y graficados a partir del Excel, en Office 2010, y procesados estadísticamente con el empleo de un análisis de asociación, para comprobar relación de estas variables climáticas en el rendimiento obtenido en el cultivo del frijol, a través del software estadístico Statgraphic Plus versión 5.0 en Inglés.

No se pudo obtener información actualizada de estudios sobre las propiedades del suelo.

En la siguiente tabla 2 se muestran las ocho variedades del cultivo del frijol y los rendimientos obtenidos en el periodo en estudio que fueron tomados para el análisis de asociación

Tabla 2. Rendimientos obtenidos en el Cultivo del frijol.

| <b>Año</b>  | <b>Tomeguín</b> | <b>CC25-9</b> | <b>Delicia</b> | <b>Bat 832</b> | <b>Cueto</b> | <b>CU- 156</b> | <b>Liliana</b> | <b>Holguín</b> |
|-------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>2008</b> |                 | 1,43          |                |                | 1,9          |                |                |                |
| <b>2009</b> |                 | 2,79          | 2,25           |                |              |                |                |                |
| <b>2010</b> |                 |               |                |                | 1,65         |                |                |                |
| <b>2011</b> | 2,12            |               | 2,4            |                |              |                |                |                |
| <b>2012</b> | 0,48            |               | 0,41           |                |              | 2,2            |                |                |
| <b>2013</b> | 2,13            |               |                |                |              |                |                |                |
| <b>2014</b> | 0,4             |               |                |                | 2,95         |                |                |                |
| <b>2015</b> | 2,95            |               |                | 3,2            |              |                |                |                |
| <b>2016</b> |                 |               |                |                | 0,41         |                |                |                |
| <b>2017</b> |                 |               | 1,86           |                | 1,9          |                | 2,04           |                |
| <b>2018</b> |                 |               |                |                |              |                |                | 2,09           |

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Para el análisis de estos once años se procedió a graficar cada variable independiente, y finalmente se intercompararon la precipitación y la temperatura, buscando su relación a partir de los criterios dados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2007). En la figura 11 se muestra la representación gráfica del comportamiento de la temperatura, donde se aprecia que en enero de 2008 descendió a 9,5°C y en diciembre 2010 fue de 17,4°C, años en que los rendimientos no fueron satisfactorios, por lo que coincidimos con Hernández *et al.* (2018), en que las bajas temperaturas provocan daños al cultivo; en el resto del período estudiado la variable se comportó dentro de los rangos propuestos para su buen desarrollo.

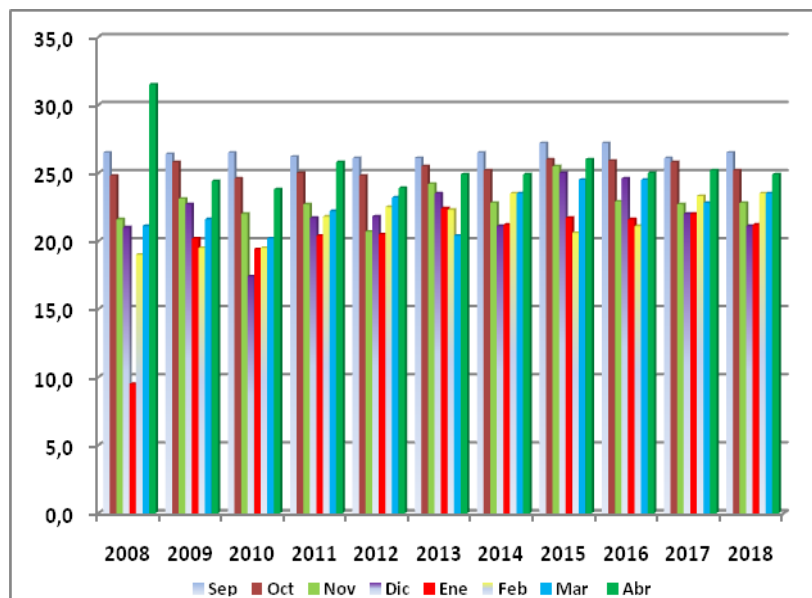


Fig.11: Comportamiento de la temperatura

Al respecto se valoró la presencia de los frentes fríos ocurridos en los años de afectaciones en el rendimiento, lo que arrojó en la tabla 3, que los peores resultados ocurrieron en las campañas 2008-2009, que tuvo 21 frentes fríos, de ellos seis clasificados como fuertes; la 2009-2010 tuvo 25 frentes, y aunque todos fueron débiles se manifestaron de forma continua en el período de floración-fructificación; todo lo contrario se presentó en 2011-2012 quien con sólo 14 frentes, tuvo 12 fuertes en enero y febrero, meses vitales para el buen desarrollo del cultivo; a su vez en el período

2014-2015 sólo ocurrieron 16 frentes, todos ellos fuertes, y en 2017-2018 de 11 frentes que transitaron, nueve fueron fuertes, teniendo que entre diciembre y febrero ocurrieron seis de ellos.

Tabla 3. Frentes fríos

| TEMPORADA | S | O | N | D | E | F | M | A | M | J | Débil | Moderado | Fuerte | TOTAL |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|----------|--------|-------|
| 2008-2009 |   | 2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 1 | 2 |   |   | 10    | 5        | 6      | 21    |
| 2009-2010 |   | 1 | 3 | 4 | 5 | 7 | 5 |   |   |   | 25    |          |        | 25    |
| 2011-2012 |   | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |   |   |       | 2        | 12     | 14    |
| 2014-2015 |   |   | 1 | 1 | 6 | 5 | 1 | 1 | 1 |   |       |          | 16     | 16    |
| 2017-2018 |   | 2 | 2 | 3 |   | 3 | 1 |   |   |   |       | 2        | 9      | 11    |

Por otra parte en la figura 12, se representa el comportamiento de la humedad relativa, y como puede apreciarse en ella, la manifestación es uniforme en los once años, ya que en los tres o cuatro primeros meses del período poco lluvioso se manifiesta muy cerca o sobre el 80%, y en los tres o cuatro meses finales se registraron valores entre 70 y 75%, por lo que no consideramos que sea influyente en los resultados agrícolas del cultivo.

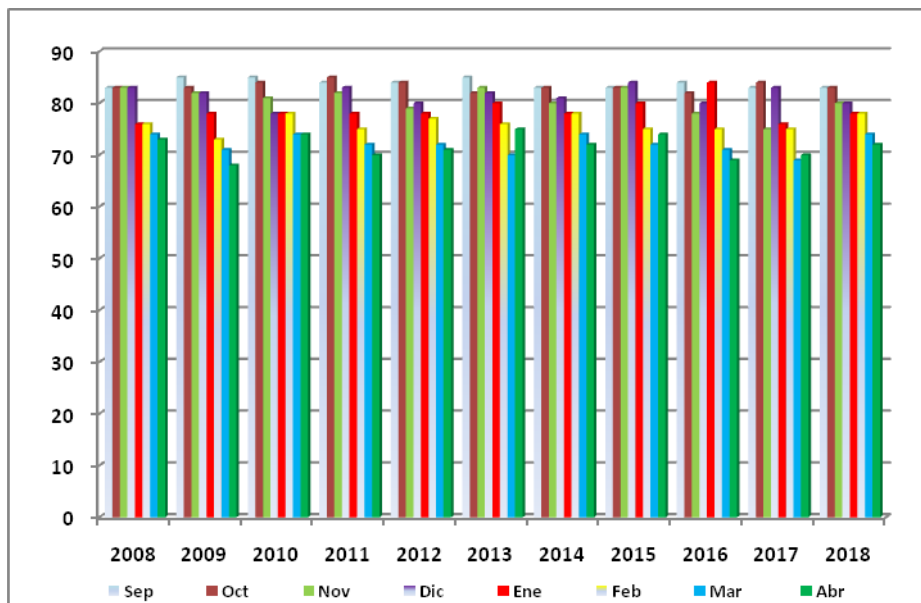


Fig. 12: Comportamiento de la humedad relativa

Al respecto coincidimos con Fernández (2018), que para el clima lo más interesante de la humedad relativa es que cuando la masa de aire es saturada, o cercana a la saturación, es una masa de aire húmeda y las plantas pueden aprovechar su agua; en este caso el 53,4% del período estuvo sobre 80%, el 43,6% entre 79,9 y 70%, y sólo 3,4% del tiempo en estudio alcanzó menos de 69,9% de humedad relativa.

Análisis aparte requirió la precipitación, pues como se aprecia tanto en la figura 13 como en el Anexo 1, todos los inicios del período poco lluvioso en el plazo estudiado fueron muy lluviosos, en ocasiones por la presencia de organismos tropicales y en otras por el calentamiento atmosférico, frecuente en verano y en este caso en veranos tardíos, manifestación del clima cambiante, en lo que coincidimos con Bruyninckx (2018), al expresar que es previsible que las sequías y las inundaciones sean cada vez más frecuentes e intensas, y que las pautas de precipitación o los episodios meteorológicos extremos afecten al medio ambiente natural, fundamentalmente a la agricultura; por otra parte se observa que excepto 2010, que tuvo un febrero más lluvioso que el histórico y 2014, cuyo noviembre fue lluvioso por tener tres frentes fríos con amplias bandas prefrontales, las precipitaciones de noviembre, diciembre, enero y febrero, estuvieron por debajo de los 50 mm, escasas para los momentos del clímax vegetativo del cultivo.

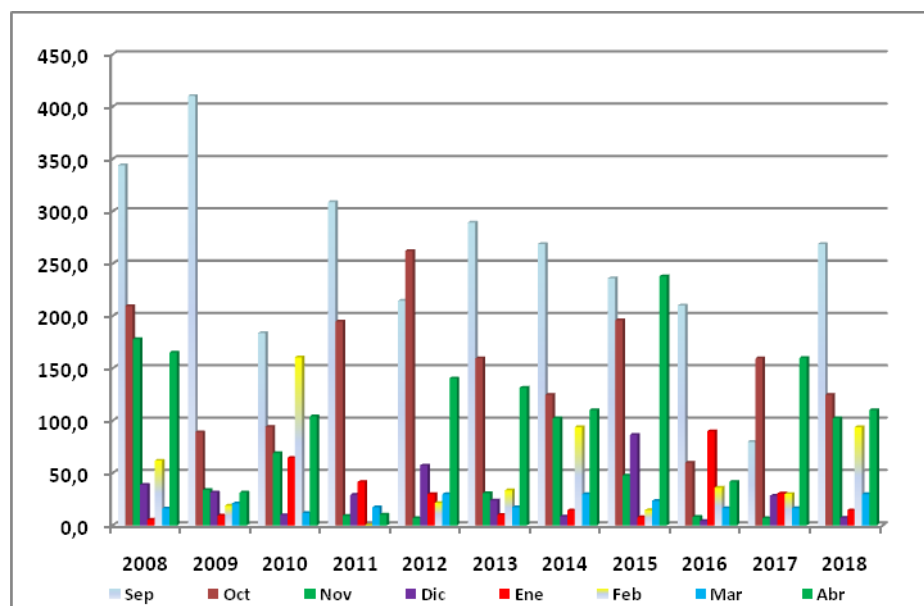


Fig. 13: Comportamiento de la Precipitación

En una gráfica de intercomparación (figura 14), se puede apreciar evidentemente cómo adentrándose al período, las precipitaciones son más escasas, a excepción de febrero en 2010 que fue más lluvioso que el valor histórico, y particularmente nuboso y lluvioso en su segunda quincena.

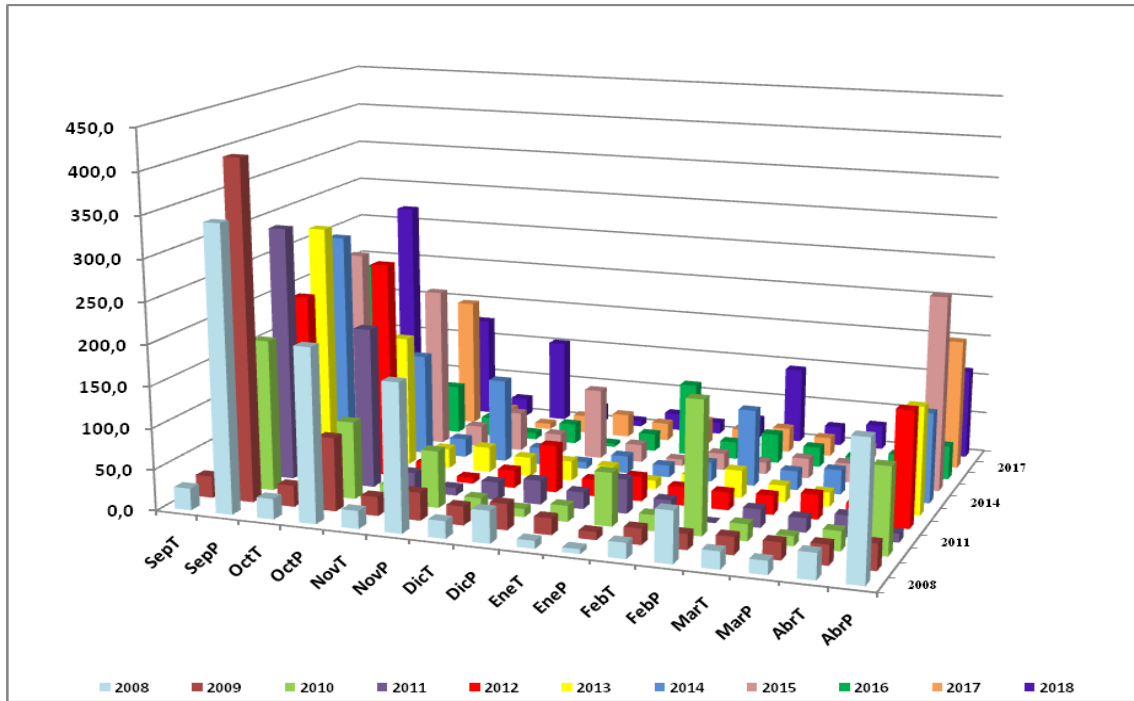


Fig. 14: Comportamiento de la Temperatura (T) y la Precipitación (P), por meses

Cubaeduca (2019) afirma que el diagnóstico y el pronóstico de los cambios climáticos son un campo de acción primordial, dada la complejidad del sistema climático, y la amplia gama de factores externos que pueden afectarlo, destacando entre ellos la temperatura ambiente y el comportamiento hidrológico en largas series de datos, de ahí que ante estos signos y síntomas climáticos anómalos, se hace referencia al Clima Cambiante, por lo que será necesario continuar este estudio para alargar la serie investigada e incluir mayor número de factores.

Según Fernández (2018), algunos estudios desarrollados en el territorio, muestran que en la provincia no puede hablarse aún que estemos en presencia de un cambio climático, sin embargo resultados de estas investigaciones muestran un aumento en el comportamiento de las temperaturas en la última década, siendo este aumento mayor en horas de la noche y comienzo de la mañana que hacia el mediodía, lo que ha

provocado una disminución de la amplitud diaria de la temperatura y en el comportamiento del régimen hídrico, también se han detectado variaciones en los últimos años, con acumulados mayores de precipitación en el período poco lluvioso y una disminución de estos acumulados en el período lluvioso, teniendo variaciones espacio-temporales, como se aprecia en la figura 14.

Con esos elementos, al someter el comportamiento de las variables climáticas a un análisis de asociación, para comprobar la relación de éstas con el rendimiento obtenido en el cultivo del frijol, definimos primero que esos datos fueran la variable que se toma como dependiente, y se asumen como variables independientes, la temperatura, la precipitación y la humedad relativa, a través de un análisis de correlación y regresión simple. A continuación se presentan los resultados estadísticos de las relaciones del rendimiento con cada variable climática:

Tabla 4. Resultados del análisis de asociación del rendimiento con cada variable climática

| <b>Análisis de asociación</b>                        | <b>Rendimientos/<br/>Temperatura</b> | <b>Rendimiento/<br/>Precipitación</b> | <b>Rendimiento/<br/>Humedad<br/>relativa</b> |
|--|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
| <b>Ecuación de regresión</b>                         | Rend. = 1,94 – 0,0050 x Temp.        | Rend. = 1,85 – 0,0002 x Precip.       | Rend = 1,15 + 0,008 x Humed.                 |
| <b>Coefficiente de correlación (r)</b>               | -0,01                                | -0,03                                 | 0,04   |
| <b>Coefficiente de determinación (R<sup>2</sup>)</b> | 0,18%                                | 0,90%                                 | 0,19%  |
| <b>Valor de probabilidad<br/>P-value</b>             | 0,90 > 0,10                          | 0,78 > 0,10                           | 0,70 > 0,10                                  |
| <b>Error estándar (ES)</b>                           | 0,8                                  | 0,7                                   | 0,8  |

Los resultados del análisis de asociación entre el rendimiento y la temperatura, muestran un valor de probabilidad de 0,90, mayor que 0,10 y un coeficiente de correlación igual a -0,01, lo que significa que no hay relación significativa entre la temperatura y el rendimiento del cultivo en estudio. El signo negativo indica que la relación es decreciente o inversamente proporcional, es decir, que a medida que aumenta la temperatura, provoca disminución en el rendimiento. El coeficiente de determinación indica que la variable temperatura provoca una variabilidad de un 0,18% en la variable rendimiento, a través de la ecuación de regresión que se muestra en la tabla 4. Resultados semejantes se observan con la variable climática precipitaciones, con un coeficiente de correlación y un valor de probabilidad que no indica relación de dicha variable con el rendimiento. La humedad relativa tampoco muestra relación con la variable dependiente, pero la relación se muestra de forma directa, lo que indica que a medida que aumenta la humedad relativa, provoca aumento en el rendimiento en un 0,19% a través de la ecuación de regresión referida en la tabla 4.

De ahí que las variaciones del clima como consecuencia del cambio climático en las condiciones del municipio de Jovellanos no llegan a influir directamente en los rendimientos del cultivo del frijol, dado lo breve de la serie de datos.

Al realizar el estudio del comportamiento de la temperatura, la precipitación y la humedad en el municipio de Jovellanos durante al menos 10 años, 11 en este caso, y correlacionarlo con los requerimientos climáticos del cultivo del frijol, se pudo evidenciar la presencia de un clima cambiante, y en consecuencias proponer medidas de adaptación que permitan favorecer los rendimientos.

### **MEDIDAS DE ADAPTACIÓN:**

En sentido general las medidas de adaptación propuestas conciernen a los aspectos siguientes:

- ♣ Incluir dentro de la Estrategia de Manejo Integrado del Cultivo, la Vigilancia Agrometeorológica.
- ♣ Realizar el estudio de la agroclimatología para el cultivo, logrando así precisar la mejor época de siembra
- ♣ Introducir variedades resistentes a condiciones climáticas desfavorables, según



recomienda el MINAGRI.

- ♣ Perfeccionar la tecnología y disciplina tecnológica de la producción agrícola.
- ♣ Uso de buenas prácticas como rotación, alternativa, intercalamiento, cortinas rompe vientos.
- ♣ Perfeccionar las técnicas de manejo de riego.
- ♣ Restablecer árboles multipropósito, en las inmediaciones de las áreas de siembra.
- ♣ Incorporar al suelo los residuos de cosecha

Coincidimos con González (2016), al afirmar que los actores locales deben visualizar las oportunidades y los problemas para el encadenamiento productivo del frijol en sus territorios, base indispensable de los cambios que deben promoverse desde lo local en función de desarrollar esta importante cadena, y contribuir de forma sostenible a la seguridad alimentaria de cubanas y cubanos, incluso ante la previsible inclemencia del clima.

## V. CONCLUSIONES

1. El análisis de las variables estudiadas en asociación con el rendimiento del frijol, no muestra la ocurrencia de un cambio climático en el área, no obstante se aprecia una tendencia al aumento en las temperaturas, que presupone que el irreversible cambio climático global previsto por el IPCC, y los manifestados en otros lugares de la provincia, serán una realidad también en el municipio de Jovellanos.
2. La variable precipitación muestra tendencias al cambio, con una redistribución, y aumentos considerables en los inicios de los períodos poco lluviosos, y menos considerables al final de éste.
3. La variable humedad relativa no aportó información al estudio del rendimiento.
4. Se hizo evidente la influencia en el ciclo vegetativo del cultivo de los tipos y cantidad de frentes fríos ocurridos.
5. La adaptación de la agricultura a la variabilidad del clima y a los cambios climáticos, debe pasar indefectiblemente por una revalorización del papel de las ciencias conexas en la producción de alimentos, y al establecimiento de un sistema de monitoreo, vigilancia y predicción del clima, cuyos productos sean eficientemente utilizados por la agricultura para la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Proponer realizar el estudio de la Agroclimatología del cultivo del frijol en el municipio de Jovellanos, para precisar la mejor época de siembra, acorde al clima cambiante.
2. Proponer estudios similares, aumentando la serie de datos.
3. Proponer estudios sobre las características del suelo que beneficien los rendimientos en la UBPC.
4. Emplear otro analizador estadístico para comparar los resultados.

## VII. BIBLIOGRAFÍA.

- 1- Alfonso, M y Fernández, N. 2014. Agroclimatología para cultivo del Frijol (*Phaseolus vulgaris, Lin*), en el municipio de Colón, provincia Matanzas. En: III Convención Internacional AGRODESARROLLO. Varadero. (CD).
- 2- Álvarez, J. 2004. Cuba's agricultural sector. University Press of Florida. Florida, E.U.A. 333 p.
- 3- Almaguer, A. 2008. Valoración de alternativas nutricionales en el cultivo del frijol común, variedad Velasco Largo y su influencia en la nodulación natural. Gibara, Holguín. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Centro Universitario de Las Tunas.
- 4- Anania, G. y Pupo, M. 2015. The 2013 Reform of the Common Agricultural Policy. En: Swinnen, J. (ed.): The Political Economy of the 2014-2020. Common Agricultural Policy Anl mperfect Storm. Brussels: Centre for European Policy Studies (CEPS); London: Rowman and Littlefield International. p. 33-86.
- 5- Bazzaz, F. A. 1996. Plants in Changing Environments. Linking physiological, population, and community ecology. Cambridge University Press. Reino Unido. 320 p.
- 6- Beebe, S. E.; Rao, I. M.; Blair, M. W. y Acosta, J. A. 2010. Phenotyping common beans for adaptation to drought. In: J. M. Ribaut and P. Monneveux (eds.) Drought phenotyping in crops: from theory to practice. Generation Challenge Program Special Issue on Phenotyping. p. 311-334
- 7- Benioff, R. S. y Guillard, J. L. 1996. Vulnerability and adaptation assessments: An international Handbook. Dordrecht, The Neatherlands, Kluwe rAcademic Publishers. 320 p.

- 8- Blair, M.W.; Giraldo, M.C.; Buendía, H.F.; Tovar, E.; Duque, M.C. y Beebe, S. 2006. Microsatellite marker diversity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theoretical and Applied Genetics*. 113 :100–109.
- 9- Borges M. 2017. Efecto del estrés hídrico sobre indicadores morfológicos en variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*L.). Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas.
- 10- Bruyninckx, H. 2018. Vivir en un clima cambiante [en línea]. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2015/articulos/vivir-en-un-clima-cambiante> [Consulta: abril, 13 2019].
- 11- Cabrera, M.; León, N. y Mendoza, M. J. 2011. Tolerancia a la sequía de cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agrisost*. 17(3): 1.15
- 12- Cardona, C.; Jarma, A. J. y Araméndiz, H. 2013. Mecanismo de adaptación a sequía en frijol Caupí (*Vigna unguilata* L Walp). *Ciencia Hortícola*. 7 (2): 277-286.
- 13- Castiñeiras, L. 1992. Germoplasma de *Phaseolus vulgaris* L. en Cuba: Colecta, caracterización y evaluación. Habana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical.
- 14- Centella, A.; Llanes, J. y Paz, L. 2011. Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Cuba. 166 p.
- 15- Criollo, R. A. y López, J. C. 2015. Comportamiento de cuatro cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris*L.) en la Granja La esperanza, municipio

Fusagasuga, provincia Sumapaz, Colombia. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Cundinamarca.

- 16- Dhima, K.; Vasilakoglou, I.; Stefanou, S. y Eleftherohorinos, I. 2015. Effect of cultivar, irrigation and nitrogen fertilization on chickpea (*Cicer arietinum* (L.)). Productivity Agricultural Sciences. 6: 1187-1194.
- 17- Dorcinvil, R.; Sotomayor, D. y Beaver, J. 2010. Agronomic performance of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines in an Oxisol. Field Crops Research. 118(3) :264– 72.
- 18- Estrada, W.; Jerez, E.; Nápoles, M. C.; Sosa, A.; Maceo, Y. C. y Cordoví, C. 2016. Respuesta de cultivares de frijol (*phaseolus vulgarisl.*) a la sequía utilizando diferentes índices de selección. Cultivos Tropicales. 37(3): 79-84.
- 19- Faure, B.; Benitez, R. J.; León, N.; Chaveco, O. y Rodríguez, O. 2012. Guía técnica para el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). Editora Agroecológica. Artemisa, Cuba. 35 p.
- 20- Fernández, N. y Alfonso, M. 2018. Paquete Tecnológico de Servicios Científico-Técnicos. Memorias Polo Científico Productivo, Matanzas.
- 21- Fernández, N. 2017. Resumen climático para el análisis anual, Archivo Centro Meteorológico Provincial, Matanzas.
- 22- Fernández Rosado, N. y Alfonso, M. 2017. Estudio del comportamiento climático para la producción melífera matancera. Archivo Centro Meteorológico Provincial, Matanzas.
- 23- González Cepero, I. 2018. Comportamiento del estrés calórico para el ganado en la provincia de Matanzas, Archivo Centro Meteorológico Provincial, Matanzas.

- 24- González, S. M.; González, J. A.; Tena, I.; López, L y Márquez, M. A.. 2001. Cambios sucesionales en la vegetación de Durango. En. Segunda Reunión Estatal de Ciencia y Tecnología. Durango. (CD).
- 25- Hernández, J. C.; Chaves, N. F.; Araya, R. y Beebe, S. 2018. DIQUÍS, variedad de frijol común rojo brillante. *Agronomía Costarricense*. 42(1): 127-136.
- 26- IPCC (2007): Resumen para Responsables de Políticas. En, Cambio Climático, 2007: Impactos y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC. Eds. Cambridge. University Press, Cambridge. Reino Unido.
- 27- Miller, G. T. 1992. Living in the environment, an introduction to environmental science. (Wadsworth biology series) 7th Edition. Belmont, California. 705 p.
- 28- MINAGRI. 2010. Instructivo Técnico para el cultivo del frijol. Dirección de Cultivos Varios, MINAGRI, La Habana, 35 p.
- 29- Morton, J. F. 2007. The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 104(50):19680 - 19685.
- 30- Muñoz, C. G.; Allen, R. G.; Westermann, D. T.; Wright, J. L. y Sing, S. P. 2007. Water use efficiency among dry beans landraces and cultivars in drought stressed and non stressed environments. *Euphytica* 155: 393-402
- 31- Nelson, G. C.; Rosegrant, M. W.; Koo, J.; Robertson, R.; Sulser, T.; Zhu, T.; Ringler, C.; Msangi, S.; Palazzo, A.; Batka, M.; Magalhaes, M.; Valmonte-Santos, R.; Ewing, M. y Lee, D. 2009. Cambio Climático. El impacto en la agricultura y los costos de adaptación. Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias IFPRI Washington, D.C. E.U. 19p

- 32- Nova, A. y González, M. 2015. Cuba's Agricultural Transformations. *Journal of Agricultural Studies*. 3(2): 175-193.
- 33- Parmesan, C. y Yohe, G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421(2): 37 – 42
- 34- Polania, J. A.; Rao, I. M.; Beebe, S. y García, R. 2009. Desarrollo y distribución de raíces bajo estrés por sequía en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en un sistema de tubos con suelo. *Agron. Col.* 27(1):25 - 32.
- 35- Polania, J. A.; Rao, I. M.; Mejía, S.; Beebe, S. E. y Cajiao, C. 2012. Características morfofisiológicas del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) relacionadas con la adaptación a sequía. *Acta Agron.* 61(3): 197-206.
- 36- Puig, Y. 2018. Los retos de enfrentar el Cambio Climático y preservar la memoria histórica. *Periódico Juventud Rebelde*, Julio 28, : 5.
- 37- Reyes, J.; Martínez, D.; Rueda, R. y Rodríguez T. 2014. Efecto del estrés hídrico en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) en condiciones de invernadero. *Iberoamericana de Ciencias*. 1(2): 191-203.
- 38- Rodríguez, J. L. 2016. Una mirada a la economía cubana y sus perspectivas en 2016. Actualización del modelo socialista cubano [en línea]. Disponible en: [http://www.cubadebate.cu/opinion/2016/04/28/una-mirada-a-la-economia-cubana-y-sus-perspectivasen-2016/#.WCQ3m\\_nhDIU](http://www.cubadebate.cu/opinion/2016/04/28/una-mirada-a-la-economia-cubana-y-sus-perspectivasen-2016/#.WCQ3m_nhDIU). [Consulta: abril, 13 2019].
- 39- Treviño, C y Rosas, R. 2013. El frijol común: factores que merman su producción. *Divulgación Científica y Tecnológica de La Universidad Veracruzana*. 26(1) :1-6.



- 40- Valladares, C. A. 2010. Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano. Serie Lecturas Obligatorias: Taxonomía, Botánica y Fisiología de los cultivos de grano. Honduras. 28 p.
- 41- Vásquez de Velasco, C. 2012. La alimentación escolar como oportunidad de aprendizaje infantil. Asistencia Técnica para la elaboración y validación de herramientas educativas con enfoque de seguridad alimentaria nutricional para instituciones educativas [en línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/009/as231s/as231s.pdf>. [Consulta: abril, 13 2019].
- 42- Vega, R.; Cutié, V. y Centella, A. 1987: Análisis del comportamiento de los totales de lluvia caída en Cuba sobre la base de una clasificación de sequía. Informe Técnico. Instituto de Meteorología, Cuba. 25 p.

# Anexos



**GRUPO DE PRONÓSTICO PROVINCIAL  
CENTRO METEOROLÓGICO PROVINCIAL MATANZAS**

**COMPORTAMIENTO DE LAS CONDICIONES METEOROLOGICAS EN MATANZAS  
EN EL PERIODO POCO LLUVIOSO OCTUBRE-ABRIL.  
AÑOS 2008-2018.**

**Emisión: 14 de enero 2019**

**USO ESPECIALIZADO**

**Invierno 2008-2009**

**2008**

Septiembre- Muy lluvioso y temperaturas elevadas.

Afectación Huracán Ike días 8, 9 y 10

Precipitaciones interesantes día 9 Total del mes

327-----262.6 mm-----585.1 mm

329-----172.3 mm-----313.7 mm

330-----143.8 mm-----344.2 mm

331 ----- 215.4 mm -----desconocido

332-----212.2 mm-----479.5 mm

333----- 95.3 mm-----295.1 mm

Octubre- Lluvioso la última decena, temperaturas normales.

Noviembre- Lluvioso y fresco (9 días de precipitación Huracán Paloma)

Diciembre- Normal en precipitación y temperatura.

**2009**

Enero- Seco y Frío

Febrero- Seco y algo frío.

Marzo- Seco y algo cálido, sur fuerte al final del mes.

Abril- Seco y temperaturas normales, fuertes vientos del sur y del nordeste.

Mayo- Cálido y lluvioso segunda quincena.

**Invierno 2009-2010**

**2009**

Septiembre- Muy lluvioso y algo cálido

Octubre- Muy seco y cálido.

Noviembre- Seco y cálido.

Diciembre- Muy cálido y lluvia normal.

**2010**

**Enero- Extremadamente frío. Precipitación irregular cercana al valor histórico. Vientos algo fuertes. Afectación de 7 frentes fríos.**

**Febrero- Más lluvioso que el histórico. Nuboso y lluvioso en la 2da quincena.**

Marzo- Frío, seco y baja humedad relativa.

Abril- Caluroso y con precipitación superiores a lo normal.

Mayo- Cálido y con déficit de precipitación.

**Invierno 2010-2011**

## **2010**

Septiembre- Cálido y lluvioso.

Octubre- Ligeramente fresco y con déficit de precipitación.

Noviembre- Precipitaciones normales y temperaturas frescas.

Diciembre- El más frío en 45 años, Seco, 5 frentes fríos. Mínimas 1.9 °C Colón y 13.6 °C Varadero el día 15. Vientos fuertes.

## **2011**

Enero- 2 Frentes fríos débiles.

Febrero- 2 Frentes Fríos débiles

Marzo- 2 Frentes Fríos débiles

Abril -1 Frente Frío débil

## **Invierno 2011-2012**

### **2011**

Octubre 1 Frente Frío débil.

Noviembre - 4 Frentes Fríos débiles.

Diciembre- 2 Frentes Fríos débiles.

### **2012**

Enero- Poco lluvioso y temperaturas superiores a lo normal. Fuertes brisotes del primer cuadrante. Algo de frío en la primera quincena y cálido en la 2da.

Febrero- Seco y cálido

Marzo- Seco y cálido. Persistencia de brisotes.

Abril- Algo cálido, lluvioso y tormentoso.

Mayo- Ligeramente cálido y lluvioso. Acumulados entre 200 y 300 mm.

## **Invierno 2012-2013**

### **2012**

Septiembre- Normal

Octubre- Lluvioso y temperaturas normales. Afectación de las bandas externas del huracán Sandy día 25 y 26 con numerosas lluvias y vientos fuertes.

Noviembre- Extremadamente seco y frío.

Diciembre- Algo cálido y lluvioso.

### **2013**

Enero- Seco y cálido. Vientos algo fuertes del primer cuadrante. 3 frentes fríos débiles y con poca lluvia.

Febrero- Seco y cálido. 1 frente frío débil

Marzo- Frío y seco. 5 frentes fríos débiles.

Abril- Cálido y lluvioso. Condiciones favorables en niveles medios y altos de la tropósfera y la afectación de una línea prefrontal, provocaron un tiempo severo en varios lugares del centro del territorio. Afectó 1 frente frío débil.

Mayo- Normal.

## **Invierno 2013-2014**

### **2013**

Septiembre Lluvioso

Octubre Lluvioso, 1 frente frío

Noviembre Lluvioso, 3 frentes fríos débiles, con amplias bandas prefrontales  
Diciembre Seco, 2 frentes fríos débiles

#### **2014**

Enero Muy seco, 5 frentes fríos débiles, temperatura baja  
Febrero Seco, 2 frentes fríos débiles  
Marzo Muy seco, 3 frentes fríos débiles, temperatura baja  
Abril Lluvioso al final del mes, 2 frentes fríos débiles

#### **Invierno 2014-2015**

##### **2014**

Septiembre- Normal en temperaturas y precipitaciones, cerca de lo normal en el centro y baja en las costas.

Octubre- Cálido y seco. No afectó ningún frente frío (disipado antes de llegar a la provincia)

Noviembre- Cálido y seco. Afectaron 3 frentes fríos débiles.

Diciembre- Cálido y seco. 2 frentes fríos débiles.

##### **2015**

Enero- Muy cálido y seco. Afectaron 5 frentes fríos débiles.

Febrero- Frío y precipitaciones normales. 4 frentes fríos débiles, 10 días con temperaturas muy frías y notablemente frías. Unión de Reyes iguala record 1,0 °C el día 20 (Record Provincial que databa del 21 de enero del año 1971 en Puerto Rico Libre.

Marzo- Seco y cálido. (4 días con temperaturas que llegaron a los 35 ° C). 1 frente frío débil.

Abril- Caluroso y lluvioso. 2 tormentas locales severas en Indio Hatuey y Jovellanos. 1 frente frío débil.

Mayo- Seco y cálido. 2 tormentas locales severas en Colón e Indio Hatuey.

#### **Invierno 2015-2016**

##### **2015**

Septiembre- Déficit de precipitación y algo cálido.

Octubre- Cálido y déficit de precipitación.

Noviembre- Precipitaciones normales y altas temperaturas. 1 frente frío débil.

Diciembre- 1 frente frío débil.

##### **2016**

Enero- Lluvioso y ligeramente cálido. Afectaron 6 frentes fríos todos débiles y quedando casi estacionarios provocando lluvias durante 16 días en zonas de la costa norte y 14 días en el resto del territorio, la precipitación total de las 7 estaciones superó 3 veces la norma provincial con 807.2 mm.

Febrero- Ligeramente frío y seco. Afectaron 5 frentes fríos débiles.

Marzo- Caluroso y seco. Afectación de 1 solo frente frío débil.

Abril- Algo seco y temperaturas normales. Afectó 1 frente frío débil. Tormentas locales severas ocurrieron en varios lugares de la provincia.

Mayo- Temperaturas cálidas y lluvias irregulares. Afectó un frente frío débil. Tormenta locales severas en Matanzas, Jovellanos y Unión de Reyes.

## **Invierno 2016-2017**

### **2016**

Septiembre- Cálido con precipitaciones por debajo del promedio histórico. 2 Tormentas locales severas el día 26 en Colón e Indio Hatuey, caída de granizo y vientos de 83km/h.

Octubre- Seco y temperaturas normales. 1 frente frío débil.

Noviembre- Muy seco y temperaturas algo frías. Afectaron 2 frentes fríos, ambos débiles.

Diciembre- Muy seco y algo cálido. Afecto 1 frente frío débil.

### **2017**

Enero- Ligeramente cálido y algo seco. Afectaron 3 frentes fríos débiles.

Febrero- Caluroso y seco. Afectaron 2 frentes fríos débiles.

Marzo- Temperaturas normales y escasas lluvias. Afectaron 2 frentes fríos débiles.

Abril- Temperaturas normales y lluvioso, en la segunda quincena llovió entre 7 y 11 días. Se superó con creces el promedio histórico. Afectó un solo frente frío y fue débil. Se reportaron Tormentas locales severas en Indio Hatuey y Unión de reyes.

Mayo- Temperaturas ligeramente cálidas y lluvias irregulares.

## **Invierno 2017-2018**

### **2017**

**Septiembre- Cálido y muy lluvioso. Azote del huracán Irma el 9 de septiembre**

Octubre- Lluvioso y normal en temperaturas. Influencia de Onda Tropical activa. 2 Tormentas Tropicales y 2 frentes fríos moderados.

Noviembre- Cálido e irregularmente lluvioso. Varadero, Jovellanos y Jagüey Grande superan ampliamente la media histórica de precipitación, el resto inferiores a la media. Afectó un frente frío muy débil.

Diciembre- Fresco y algo lluvioso, las lluvias ocurren en 3 días consecutivos. 2 frente fríos, 1 moderado y 1 débil secundario.

### **2018**

Enero- Fresco y seco. 3 frentes fríos débiles.

Febrero- Cálido y seco. No afectó ningún frente frío

Marzo- Fresco y seco. 3 frentes fríos débiles.

Abril- Cálido y algo lluvioso. Afectó 1 frente frío débil. Una tormenta local severa el día 20 en La Plata, Jagüey Grande, día 22 un Tornado en Jagüey Grande con caída de granizos y el día 25 Socorro P. Betancourt una tormenta local severa.

Mayo- El mes se comportó extremadamente lluvioso, con registros muy notables de precipitación superando con creces la lámina histórica. Este comportamiento estuvo relacionado al inicio del mes a la persistencia de una vaguada en niveles medios y altos de la tropósfera y al final del mismo por el desarrollo de la tormenta subtropical Alberto en el noroeste del mar Caribe, la cual en su tránsito al norte sobre el canal de Yucatán y el este del golfo de México mantuvo, durante cinco días, un flujo de aire de región sur muy húmedo e inestable, provocando un evento lluvioso durante estos días. Estas precipitaciones llegaron a ser continuas e intensas en todo el territorio provincial,

posteriormente en los dos últimos días del mes se restablecen las condiciones normales de verano.

| ESTACIÓN        | DÍA 25 | DÍA26 | DÍA 27 | Día 28 | DÍA 29 | TOTAL |
|-----------------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|
| 327 U. DE REYES | 2.7    | 115.6 | 28.1   | 53.3   | 207.3  | 407.0 |
| 328 VARADERO    | 22.0   | 127.7 | 18.6   | 42.0   | 59.0   | 269.1 |
| 329 I.HATUEY    | 42.5   | 163.2 | 132.9  | 73.6   | 15.4   | 427.6 |
| 330 JOVELLANOS  | 9.1    | 254.9 | 102.5  | 63.0   | 36.7   | 466.2 |
| 331J GRANDE     | 17.2   | 137.6 | 161.6  | 98.1   | 34.5   | 449.0 |
| 332 COLÓN       | 33.7   | 176.4 | 162.0  | 87.5   | 23.0   | 482.6 |
| 333 P. GIRÓN    | 17.6   | 148.6 | 150.0  | 161.2  | 77.1   | 554.5 |

Elaborado: Aux. Yamilet Perez Benítez

Aprobado: Lic. Jesús F González García



Nota: La autora mantiene en rojo los períodos de bajos rendimientos.



1-2



3-4



5-6







7-8



9-10



11-12





13-14



15-16



17-18



## **MÁGENES MOSTRADAS:**

1. Tarja identificativa
2. Vista frontal de la EM
3. Sensor radiación solar EMA
4. Base EMA, panel solar
5. Torre EMA, sensor de viento
6. Datos EMA, Monitor PC
7. Vista total plazoleta instrumental
8. Pluviógrafo y pluviómetro
9. Estación Actinométrica
10. Evaporímetro
11. Termómetros de suelo
12. Detalle Termómetros de suelo
13. Detalle Pluviómetro
14. Detalle Abrigo meteorológico
15. Heliógrafo
16. Nefoscopio y Barógrafo
17. Grupo Electrónico
18. Tanque auxiliar del Grupo Electrónico