

# **Importancia de la Investigación Agroclimática en la Educación Geográfica: Prácticas en el Huerto Fenológico del Colegio de Geografía**

Dr. Juan Carlos Gómez Rojas

Mtro. José Mario Fernando Esquivel Mota

Colegio de Geografía

Facultad de Filosofía y Letras, UNAM,

México, D.F., [jcfilos@prodigy.net.mx](mailto:jcfilos@prodigy.net.mx)

**OBJETIVOS.** Esta ponencia pretende resaltar la importancia de los Huertos fenológicos en la investigación agroclimática por medio de la difusión de los resultados de la realización de trabajo práctico en el Huerto Fenológico del Colegio de Geografía como parte de la materia de Agroclimatología a nivel licenciatura de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM.

Como su nombre lo indica un Huerto Fenológico, es un espacio dedicado al cultivo de plantas (hortalizas, cereales y frutales) con el fin de determinar su adaptación climática en un área geográfica determinada, ya sea para todo su período vegetativo, sus diferentes etapas o subperíodos fenológicos, en el caso de los estudiantes de la carrera de geografía se pretende que identifiquen las relaciones clima-planta. Para ello es necesario que el huerto este ubicado junto a un observatorio meteorológico de cuyas observaciones diarias se determinen los valores cardinales (como temperaturas mínimas, óptimas y máximas; lluvias mínimas, óptimas y máximas, humedad y evaporación entre otros) que requiere un determinado cultivo a lo largo de su crecimiento y desarrollo.

En consecuencia vale la pena recordar que la Fenología es la rama de la Ecología que estudia los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales, particularmente el clima que es considerado el principal factor físico que incide en el crecimiento, desarrollo y distribución de la vegetación.

Por lo que en toda observación fenológica deben registrarse aspectos cuantitativos del crecimiento y desarrollo de ciertos órganos de las plantas; como aparición de las primeras hojas, brotación de yemas, floración, maduración de frutos y dormancia en el caso de frutales caducifolios o época de siembra, nacencia, amacollamiento, espigamiento, madurez y cosecha en el caso de los cereales. Cada una de estas etapas demanda de ciertos requerimientos agroclimáticos.

De esta manera los alumnos de los últimos semestres de la Licenciatura de Geografía, que cursan la asignatura de Agroclimatología (1 y 2), realizan en el Huerto fenológico sus prácticas agroclimáticas.

**METODOLOGÍA.** Los principios del método agroclimático son tres: 1. Contar con observaciones climático-meteorológicas, 2. Contar con observaciones fenológicas y 3. Establecer la correlación entre ambas con el fin de establecer los requerimientos de los cultivos que se realizan en el huerto.

En consecuencia, con el paso del tiempo, se pueden establecer analogías climáticas que permitan aconsejar esos cultivos en zonas donde se presenten condiciones semejantes.

Las prácticas agroclimáticas, en el Huerto fenológico del Colegio de Geografía, tienen propósitos concretos:

1. Realizar labores de cultivo, según la época del año, ya sea de hortalizas, cereales y cuidado de árboles frutales.
2. Recabar información sobre parámetros meteorológicos diarios de: temperaturas medias, oscilación térmica, precipitación, evapotranspiración, y condiciones generales del estado del tiempo, a partir de las observaciones realizadas en el Observatorio meteorológico del Colegio de Geografía, adjunto al Huerto.
3. Transformar la anterior información a parámetros agroclimáticos como: Sumatoria de temperaturas, Unidades Calor (UC), precipitación Horas- Frío (HF) y Evapotranspiración potencial, y agregar otros más como la duración astronómica del día o fotoperíodo, Unidades fototérmicas (UF) ya que el conocimiento de todos estos parámetros nos permiten llevar a cabo un estudio riguroso de los requerimientos y adaptación de cultivos tales como maíz criollo, amaranto, leguminosas como frijol y chícharo, frutales criófilos como la manzana (variedad Ana), duraznero melocotón y diversas hortalizas. Para lo anterior se diseñó un modelo de observaciones agroclimáticas (Ver cuadro 1).
4. A su vez, y como complemento de estas actividades, realizar las observaciones fenológicas respectivas, que permiten tanto al maestro como alumnos llevar una bitácora completa sobre el comportamiento y adaptación de las plantas citadas respecto al clima de Ciudad Universitaria, desde su siembra hasta su cosecha. Para ello también se diseñó una tabla especial (ver cuadro 2).

Obviamente estas actividades prácticas responden al desarrollo teórico de la Agroclimatología, el cual señala que son la temperatura, la disponibilidad de agua y la luz, los principales factores climático-meteorológicos que influyen en las plantas, como se sintetiza en la figura 1.

De acuerdo a la etapa o subperíodo fenológica en que se encuentren los cultivos, requieren de diferentes cantidades de temperatura, luz y humedad, que se indican en unidades calor, horas-frío, fotoperíodo y precipitación, etc., o sea, que para cada subperíodo fenológica varían las condiciones meteorológico-climáticas necesarias para el buen desempeño de la planta. Por ejemplo, en nuestro Huerto apreciamos que, en promedio se presentan 650 horas-frío (temperaturas iguales o inferiores a 7 °C) entre noviembre y febrero, las cuales se reflejan en una buena floración en primavera y, si las condiciones meteorológicas subsecuentes son "normales" la fructificación y maduración serán buenas para mediados de agosto, en donde la aparición de la canícula, con sus cielos más despejados que en agosto, ayudarán a la buena maduración del fruto.

Respecto a las observaciones fenológicas, éstas se registran cada semana, en una hoja fenológica que se divide en dos secciones, la primera abarca aspectos cuantitativos donde se identifica el día en que se realiza la observación, en seguida aparece otra columna donde se anota el nombre de la fase fenológica en que se encuentra el vegetal en cuestión, seguida de una tercera columna donde se calcula el porcentaje de cada fase fenológica que muestra cada cultivo, finalmente viene un espacio en blanco donde se procede a graficar la fase fenológica predominante.

La segunda sección de esta hoja está dividida en cuatro apartados, el primero contempla aspectos cualitativos como son la presencia o ausencia de aves, insectos, plagas o enfermedades que favorecen o inhiben el crecimiento y desarrollo adecuado de los cultivos.

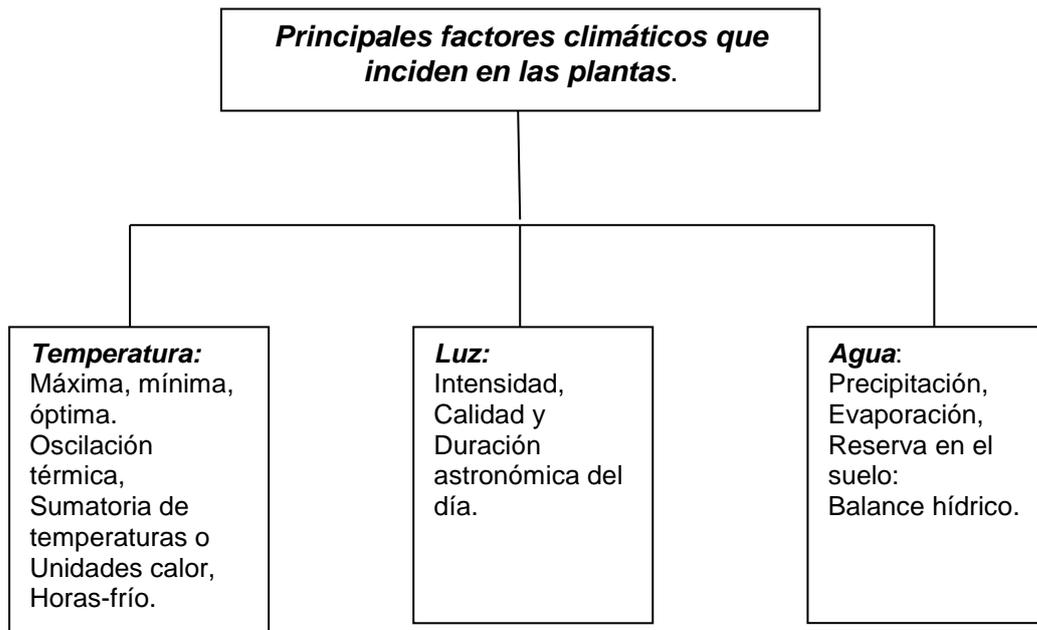


Figura 1. Influencia de los elementos del clima sobre las plantas.

Un segundo apartado de esta sección, hace referencia a labores agrícolas que deben realizar los estudiantes para el mantenimiento adecuado de sus cultivos, en ella destacan el barbecho de la tierra, desparasitación, riego y últimamente la elaboración y aplicación de composta preparada de residuos sólidos orgánicos, con la finalidad de generar suelo que permite mejorar sus condiciones nutricionales y dar un mejor soporte a los cultivos.

Es necesario aclarar que en este Huerto se procura no aplicar ni fertilizantes ni plaguicidas, únicamente se utilizan abonos orgánicos y, para eliminar parásitos se emplea agua, detergente y tabaco.

Un último apartado hace referencia a las fases lunares en la época de siembra, la forma como aquellas influyen sobre ésta última, de igual manera se realiza el cálculo sobre el rendimiento de los cultivos (ver cuadro 2 hoja fenológica).

El tercer apartado de esta sección hace especial énfasis a los fenómenos meteorológicos que afectan directamente la producción y calidad de los cultivos.

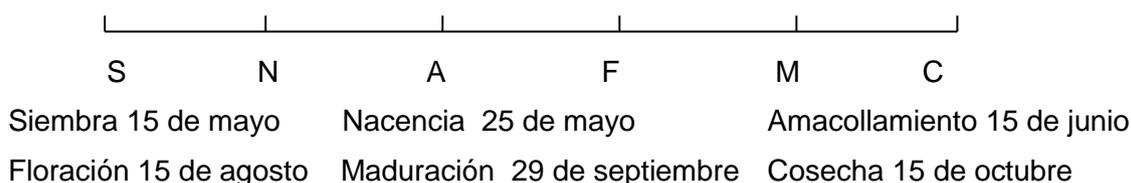
**RESULTADOS.** Hoy en día se tiene una información agroclimática y fenológica de veintiún años y se ha comenzado a trabajar toda la información generada por el Observatorio meteorológico del Colegio de Geografía a lo largo de cuarenta y cinco años.

A manera de ejemplos citaremos el comportamiento fenológico del maíz criollo de Xochimilco, duraznero melocotón y jitomate Valle Fuerte (este último sembrado en condiciones de invernadero y control de humedad), cultivados en el Huerto Fenológico del Colegio de Geografía.

En el maíz por ejemplo, cultivo básico de la dieta de nuestro pueblo las observaciones fenológicas, realizadas en nuestro Huerto abarcan: el registro de fechas de siembra, nacencia, amacollamiento, jiloteo, espigamiento, madurez y cosecha.

Los primeros años de funcionamiento del Huerto se procedía a sembrar el mes de junio, época recomendada para semillas híbridas sin embargo; se observó que, a pesar de las indicaciones de la empresa productora de la semilla, el maíz no alcanzaba a cubrir satisfactoriamente su período vegetativo, por lo que se optó a recorrer el calendario agrícola identificándose que el día 15 de mayo es la fecha más propicia para dar inicio a su cultivo (ver gráfica 1), así se procedió a partir de 1991 a 1998, pero posteriormente por razones del calendario escolar la fecha de siembra ha sido adelantada al mes de abril, teniendo también buenos resultados pero se le apoya con riego de auxilio para cubrir sus necesidades hídricas.

Gráfica 2. Fases Fenológicas del Maíz Variedad Criollo



El maíz variedad criollo de Xochimilco cultivado en el Huerto del Colegio de Geografía sembrado en la fecha arriba señalada, muestra una adaptación a las condiciones climáticas de Ciudad Universitaria, como se observa en la gráfica el ciclo vegetativo comprende 153 días, en los que acumula una sumatoria de temperaturas de 2500°C, 1436 unidades calor y, una duración astronómica del día promedio de 12.5 horas.

Por su parte para los árboles caducifolios es conveniente registrar en su fenología la entrada en dormancia del árbol de durazno melocotón (ver gráfica 2) influenciada por las Horas Frío del período invernal, la floración que se presenta aproximadamente la segunda quincena del mes de marzo, la fructificación y la madurez.

La dormancia, se desarrolla en los meses invernales de noviembre a diciembre predominando cielos despejados y temperaturas menores o iguales a 7°C que estimulan la dormancia. La misma termina a mediados de febrero al incrementarse la temperatura se rompe el reposo invernal del árbol.

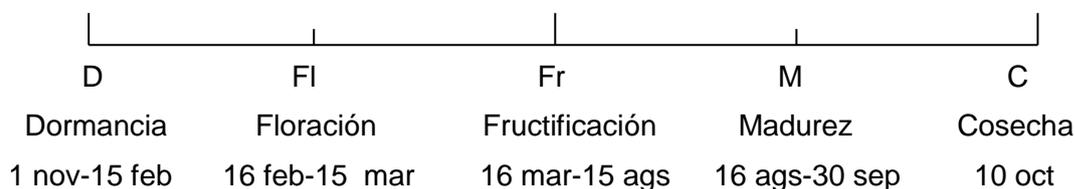
La floración inicia a mediados de febrero puede distinguirse por la hinchazón de botones de flor provocada por el ascenso de la temperatura a 12°C, la plenitud de la etapa es alcanzada a mediados de marzo próximo al equinoccio de primavera.

La fructificación inicia la segunda quincena de marzo prolongándose hasta mediados de agosto, se observa en mayo cuando la temperatura media asciende a 20°C y se inicia la temporada de lluvias.

La maduración se logra durante la canícula que va de julio a agosto el descenso de la lluvia de 200 a 150 mm provoca la maduración comercial del fruto el día 15 de agosto, es decir; cuando alcanza la turgencia y textura propia del durazno.

El 10 de octubre es el día que se levanta la cosecha, y, al llegar noviembre vuelve a iniciarse el ciclo fenológico del duraznero melocotón.

Gráfica 2. Fases Fenológicas del Duraznero Melocotón



Como ya se menciona el déficit de horas-frío, provocado por temperaturas mínimas cada vez menores debidas el crecimiento de la mancha urbana y de manera más general el cambio climático, ha provocado en nuestros durazneros caída parcial de hojas en invierno, floración raquílica e irregular, inhibición de yemas florales y foliares y crecimiento raquílico de brotes.

También es digno de mención el hecho de la importancia que resalta la bibliografía especializada respecto a los cambios que produce el estado del tiempo atmosférico al marcar las fases fenológicas (entendiendo estas como los cambios bruscos que separan una etapa fenológica de otra). De ellos la canícula que se presenta en agosto coincide con la fase más crítica del maíz, la floración, sin embargo se ha observado, al realizar un balance hídrico con mayor rigor teórico-metodológico, que ésta no necesariamente causa perjuicio a los cultivos, como han llegado a afirmar de manera genérica algunos pseudoespecialistas en Agroclimatología, pues a pesar de la disminución de lluvias la reserva de agua en el suelo es suficiente para que no se produzca un déficit hídrico.

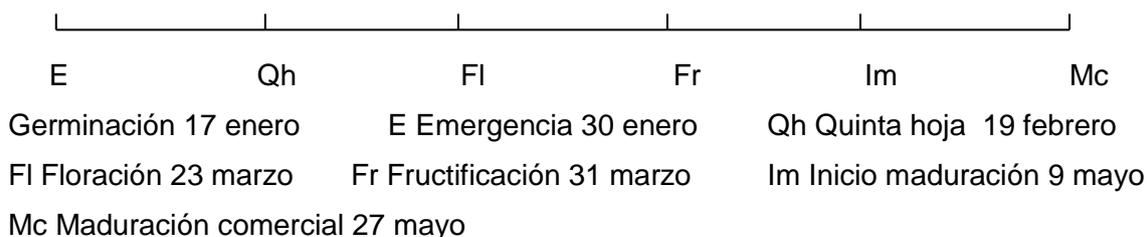
Obviamente todo depende del lugar en estudio.

Por otra parte, al duraznero, los cielos soleados de agosto le permiten una plena maduración, se ha observado en el Huerto que, a fines de julio el fruto llega a su mayor tamaño, pero permanece duro y verde, pero la llegada de la canícula, soleada como se ha dicho, le hace pasar, en unos cuantos días, inclusive a tener una turgencia más fina y el color típico del durazno.

O sea, que confirmamos un principio agroclimatológico: que un fenómeno meteorológico adverso para un cultivo puede ser completamente favorable para otro.

Para el cultivo de jitomate variedad Valle Fuerte sembrado por primera vez en el año 2005, se observaron los siguientes cambios fenológicos.

Gráfica 3. Fases Fenológicas del Jitomate Valle Fuerte



Todo lo mencionado permite llevar un registro agroclimático sistemático basado en observaciones meteorológicas de los últimos 20 años, y poder establecer de esta forma calendarios agroclimáticos y fenológicos del campus universitario. De igual forma se pretende proporcionar al usuario que así lo requiera un banco de datos próximo a publicarse en disco digital y en la página web del Observatorio-Huerto de la Facultad de Filosofía y Letras, próxima a aparecer.

Finalmente se pretende llegar a los siguientes resultados:

Proporcionar la información agroclimática generada a los usuarios que la requieran.

Trabajar con alumnos interesados en la investigación agroclimática.

Publicar los resultados de estas investigaciones.

Realización de proyectos de tesis y titulación.

:

**CONCLUSIONES.** El Huerto fenológico del Colegio de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, creado hace veintiún años, ha permitido mejorar la preparación de los estudiantes del mismo, las prácticas agrícola-fenológicas son en sí mismas una manera en que éstos aprehenden de su propio esfuerzo físico y mental, de su imaginación, de sus propias experiencias y observaciones de campo.

Paralelamente se han instrumentado herramientas, como las hojas de observación agroclimáticas y fenológicas que permiten aplicar el método agroclimático y se ha generado una base de datos confiables, que permite, por una parte tener nuevos medios para la enseñanza de la climatología agrícola, y por otro, disponer de fuentes de investigación.

Por esto último ha sido posible el desarrollo de una fórmula para determinar las cantidades de horas-frío de los árboles frutales caducifolios.

También a partir de los resultados obtenidos se han echado a andar dos Proyectos colectivos de Innovación y Mejoramiento Docente patrocinados por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA), de la UNAM, que han permitido, entre otras cosas renovar el instrumental meteorológico del Observatorio, automatizarlo y empezar a contar este tipo de instrumental dentro de las parcelas de cultivo, lo que permitirá mejorar la calidad de nuestra información agroclimática.

Por último, y sin agotar el tema, se ha comenzado a rebasado el ámbito de la enseñanza, para pasar a la investigación y se está a punto de cumplir el tercer objetivo de nuestra Universidad, la difusión del conocimiento, pues en estos días saldrá una nueva página Web en donde se publicarán las labores del Huerto y mensualmente se publicará un ***Boletín Agroclimático para el sur del Distrito Federal.***

## CUADRO 1. HOJA AGROCLIMÁTICA.

Localidad: \_\_\_\_\_ Mes: \_\_\_\_\_ Año: \_\_\_\_\_  
Latitud: \_\_\_\_\_ Longitud: \_\_\_\_\_ Altitud: \_\_\_\_\_

Día	Temperatura Media	Unidades Calor	Duración Astronómica del Día	Oscilación Térmica	Horas Frío	Precipitación	Unidades Fototérmicas	Evapotranspiración	Observaciones
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									

Elaboró Dr. Juan Carlos Gómez Rojas.

## CUADRO 2. HOJA DE DATOS FENOLÓGICOS.

Localidad: \_\_\_\_\_ Mes: \_\_\_\_\_ Año: \_\_\_\_\_

Latitud: \_\_\_\_\_

Longitud: \_\_\_\_\_

Altitud: \_\_\_\_\_

Experimento: \_\_\_\_\_

Día	Nombre de la Fase	% de Plantas en Nueva Fase	Subperiodo
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			

Condiciones fenológicas generales (llegada o emigración de aves, aparición de mariposas o abejas, plagas o enfermedades, malezas u otros hechos).

---

---

---

---

---

---

---

Labores agrícolas (barbecho, siembra, cosecha, aplicación de fertilizantes, abonos, plaguicidas u otra sustancia, deshierbe, poda, etc.).

---

---

---

---

---

---

---

Fenómenos meteorológicos más destacados y efectos que ha producido en el cultivo y el terreno (helada, sequía, canícula, granizada, chubasco, etc.).

---

---

---

---

---

---

---

Otras observaciones (fase lunar en época de siembra, rendimiento de la cosecha, calidad, cantidad, otros).

---

---

---

---

---

---

---

## Bibliografía

- Alonso, N. **Ecología agrícola**. Ediciones del Pueblo. La Habana, Cuba 1989.
- Arteaga y Romo. **Meteorología agrícola**. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Irrigación. Chapingo, México, 1989.
- Elías Castillo Francisco. **Agrometeorología**. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España, 1996.
- Calderón Alcaraz, E. **Fruticultura general. El esfuerzo del hombre**. Editorial Limusa. Tercera edición. México, DF 1989.
- García Sanjuan, N. **Diez temas sobre el clima**. Ministerio de Agricultura y alimentación. Madrid, España, 1985.
- Gómez Rojas Juan Carlos. "Medio ambiente y agricultura". **Memorias de la Primera Reunión de Agroclimatología**. Colegio de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM. México, DF. 1985.
- Gómez Rojas, Juan Carlos. **Agroclimatología y espacio geográfico en el noreste del Estado de Morelos**. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. México, DF 1990.
- Gómez Rojas Juan Carlos (coordinador) **Atlas Agroclimatológico de la República Mexicana**. División de Estudios de Posgrado. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM. México, DF. (En prensa).
- Ortiz Solorio, Carlos. **Elementos de agrometeorología cuantitativa: con aplicaciones en la República Mexicana**. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. México, 1987.
- Quintero y Alonso. **Ecología agrícola**. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. México, 1980.