



Publicación Semestral. Vol. 1, No. 2, julio-diciembre 2022, Ecuador (p. 17-36). Edición continua

## RELACIÓN ENTRE FACTORES ASTRONÓMICOS, VARIABLES METEOROLÓGICAS Y FENOLOGÍA DE LAS PLANTAS

Madelaine Rojas<sup>1,2</sup>, Marcela Morillo Acosta<sup>3\*</sup>, Yesenia Shuguli<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Escuela de Tecnología Industrial, Instituto Técnico Superior Especializado ITSE, Provincia de Panamá, Ciudad de Panamá, Panamá.

<sup>2</sup> Centro Nacional de Ciencias Espaciales de Panamá CENACEP, Provincia de Panamá, Ciudad de Panamá, Panamá.

<sup>3</sup> Grupo de Astronomía UTC, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Cotopaxi, Ecuador.

\*Dirección para correspondencia: [marcela.morillo@utc.edu.ec](mailto:marcela.morillo@utc.edu.ec)

Fecha de Recepción: 31-01-2022

Fecha de Aceptación: 03-03-2022

Fecha de Publicación: 31-07-2022

### Resumen

El estudio de factores astronómicos que condicionan determinadas variables meteorológicas y su influencia en la fenología de las plantas es una de las cuestiones menos estudiadas en la actualidad. Esto se sustenta con la casi nula información científica encontrada sobre el tema. Los factores astronómicos, a lo largo del tiempo, han formado parte de saberes ancestrales que se usan de forma empírica dentro de la agricultura. La presente investigación es un análisis de información que pretende identificar métodos científicos que defiendan estas prácticas multiseculares, a partir de proponer una posible primera relación entre los factores astronómicos: *Ciclos de Milankovitch – Día y Noche*, la variable meteorológica: *Radiación solar* asociados con la variable: *Crecimiento* para la fenología de las plantas, basándose en conceptos fundamentales y orden de importancia de éstas dentro de la agronomía. Estas variables fueron elegidas de una base de datos generada mediante la búsqueda de información en artículos científicos, libros, tesis y reportes. Se identificaron 170 documentos de los cuales, 33 bibliografías fueron elegidas para el análisis de la primera relación propuesta, las demás fueron excluidas por título y resumen. Los documentos recolectados se encuentran organizados por idiomas, cuartiles, países, tipo de documento, entre otras características. En conclusión, el análisis bibliográfico muestra una posible relación entre los Ciclos de Milankovitch – Día y Noche los cuales pueden ser factores de incidencia en la radiación solar con efecto en el crecimiento de las plantas, debido a que los movimientos orbitales estudiados por Milankovitch influyen en los cambios climáticos y esto representa procesos positivos y negativos en el desarrollo fotosintético de las especies vegetales. La literatura analizada muestra conceptos básicos de cada factor y variable, pero no cuenta con un estudio detallado donde converjan los factores astronómicos con las variables meteorológicas y agronómicas en una sola investigación.

**Palabras claves:** Astronomía, Meteorología, Fenología de la Planta, Ciclos de Milankovitch, Radiación solar.

IDs Orcid:

Madelaine Rojas: <https://orcid.org/0000-0002-1550-9091>

Marcela Morillo Acosta: <https://orcid.org/0000-0003-3532-1835>

Yesenia Shuguli: <https://orcid.org/0000-0001-8349-8577>

**Artículo científico:** Relación entre factores astronómicos, variables meteorológicas y fenología de las plantas

Publicación Semestral. Vol. 1, No. 2, julio-diciembre 2022, Ecuador (p. 17-36)

## RELATIONSHIP BETWEEN ASTRONOMICAL FACTORS, METEOROLOGICAL AND PLANT PHENOLOGY VARIABLES

---

### Abstract

The study of astronomical factors that condition certain meteorological variables and their influence on plant phenology is one of under-researched topics at present. This is supported because there is not much scientific information about it. Astronomical factors, over time, have been part of ancestral knowledge which is used empirically in agriculture. This research is an information analysis that aims to identify scientific methods that hold up these ancient rituals or practices. We propose to study a first possible relationship between the astronomical factors: *Milankovitch cycles - Day and Night*, the meteorological variable: *Solar radiation* associated with the variables: *Growth* for plant phenology based on fundamental concepts and their order of importance in agronomy. The variables were chosen from a previously generated database. The database was created by searching information in scientific articles, books, theses, and reports. 170 documents were identified, 33 bibliographies were chosen for the analysis of the first proposed relationship, the rest were excluded by title and abstract. The documents collected are organized by languages, quartiles, countries, type of document, etc. As a conclusion, it was found that the Milankovitch Cycles - Day and Night can be factors of incidence in solar radiation with effects on the growth of plants. The orbital motion studied by Milankovitch influence climatic changes, which represent positive and negative processes in the photosynthetic development of plants. The analyzed literature shows basic concepts of each factor and variable but does not have a detailed study where astronomical factors converge with meteorological and agronomic variables in one research.

**Keywords:** Astronomy, Meteorology, Plant Phenology, Milankovitch Cycles, Solar Radiation.

## 1. INTRODUCCIÓN

La astronomía es una de las ciencias más antiguas y es considerada interdisciplinaria por su naturaleza (Martínez, Enríquez, Soler, & Miralles, 2005), ramas de estudio y la amplia relación que genera entre temas científicos y filosóficos (Meléndez, n.d.). Los mayas, los griegos, los egipcios y demás culturas identificaban a la astronomía como el eje fundamental de su epistemología. Concebían el cosmos como la estructura principal del conocimiento y sus cosmovisiones. En las culturas antiguas las prácticas astronómicas y de observación eran asociadas a fines religiosos o ideológicos que se convertían, luego de un tiempo, en saberes ancestrales. Éstas también, fueron usadas para la determinación de estaciones climáticas, ciclos agrícolas para el cultivo y cosecha, y entre otras aplicaciones que hasta la actualidad se usan. (Martínez, Galadí-Enríquez, Soler, & Miralles, 2005).

Desde tiempos antiguos se ha identificado una estrecha relación entre las prácticas ancestrales agronómicas y la astronomía, donde las diferentes culturas a nivel mundial las asocian en calendarios, tradiciones, uso de las plantas, etc., que se conservan no solamente en libros o documentos, si no, en las personas que transfieren estos conocimientos a los individuos de su comunidad formando bibliotecas humanas (Vargas et al., 2021). En nuestro país, el manejo de los saberes ancestrales en la agricultura ha sido transmitido de generación en generación manteniendo la cosmovivencia de los pueblos con la naturaleza (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2021). Para muchas de las comunidades inclusive, estos saberes son la única herramienta de producción agrícola en el campo, usada en forma de memoria colectiva en cada sector (FAO, 2017).

Actualmente, la agricultura familiar se desarrolla en cada comunidad como actividad agrícola y social donde cultivan y producen alimentos para consumo interno y comercialización de los mismos. Todos los integrantes de la familia participan en la labor del campo y en la toma de decisiones. Este tipo de agricultura mantiene una agronomía basada en experiencias ancestrales, se nutre de procesos culturales a nivel territorial, preserva tradiciones y conocimientos para tener producción de alimentos sostenible y respetuosa con la naturaleza (Loyola I., 2016).

La Luna, el Sol, como factores astronómicos, la radiación, el clima como variables meteorológicas y las fases fenológicas de las plantas, según los saberes ancestrales, están

**Artículo científico:** Relación entre factores astronómicos, variables meteorológicas y fenología de las plantas

**Publicación Semestral. Vol. 1, No. 2, julio-diciembre 2022, Ecuador (p. 17-36)**

relacionadas entre sí (Mera, 2017). Sin embargo, no se ha reconocido métodos científicos que respalden estas relaciones y expliquen los fenómenos en forma de ciencia. En el Ecuador, principalmente, investigaciones relacionadas con estos temas no están presentes en las bases bibliográficas del país. Por este motivo, el objetivo principal de este análisis de información es identificar posibles métodos científicos que defiendan estas prácticas multiseculares para dar secuencia a futuros trabajos de investigación, tomando como eje principal a la astronomía y el impacto directo o indirecto en la agricultura.

Relaciones cercanas encontradas bibliográficamente entre los saberes ancestrales y la astronomía radican en la sistematización del conocimiento con fines de enseñanza tal como lo indica Geraldine Chadwick en su artículo publicado, “Algunas relaciones entre saberes ancestrales y conocimientos occidentales sobre astronomía, en contextos de enseñanza intercultural”, donde afirma que “la enseñanza de las Ciencias en contexto de diversidad cultural propone interrelacionar conocimientos de la ciencia escolar con saberes ancestrales. Comprendiendo que los últimos parten de una matriz epistemológica diferente a la de la ciencia a enseñar” (Chadwick & Castorina, 2021).

Otros artículos muestran estudios sobre la astronomía y su impacto en las culturas antiguas de manera arqueológica, antropológica y cultural, recopilando evidencia física y restos de objetos de las civilizaciones que dan a entender el vasto conocimiento en astronomía que tenían sobre el movimiento de los astros, su evolución y la incidencia en fenómenos naturales dentro del planeta Tierra (Gouin, 2020).

La bibliografía analizada sobre la relación entre factores astronómicos con variables meteorológicas y agronómicas refiere básicamente a lo antes mencionado. No se ha podido identificar prácticas metódicas científicas que corroboren las prácticas ancestrales que se usan a diario en la agricultura y que supongan una relación directa entre factores astronómicos y la agronomía. En esta investigación se seleccionó bibliografía que identifique conceptos fundamentales y características que asocien a los factores y variables de manera científica.

## **2. METODOLOGÍA**

Para la organización de datos y estrategias de búsqueda bibliográfica se realizó en base a Villanego et al. (2020), mediante parámetros de búsqueda, gestión de información, entre otros aspectos que se detallan a continuación.

## 2.1 Recolección de información

La recopilación bibliográfica parte del planteamiento de una posible relación entre la astronomía, meteorología y agricultura. Se recolectó 170 documentos bibliográficos buscados en repositorios digitales, identificando factores astronómicos, variables meteorológicas y agronómicas en títulos y resúmenes. Para ello se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- **Palabras clave:** se hizo uso de palabras referentes a la astronomía, meteorología y agricultura, intentando identificar los tres temas en un mismo documento.
- **Parámetros de búsqueda de información:** La recopilación e identificación de información se realizó en repositorios digitales como Elsevier, Scielo, Doaj, Scopus, Google Académico y Redalyc, en idiomas inglés y español como principales.
- **Gestor bibliográfico:** El levantamiento de la base de datos se la realizó a partir de un gestor bibliográfico “Mendeley” y repositorios digitales.
- **Limpieza de la información:** Para almacenar la información final obtenida se realizó una limpieza de archivos revisando resúmenes, conclusiones y metodología de cada documento encontrado.
- **Organización de la información:** Para el análisis de toda la información recopilada, se realizaron dos bases de datos mediante tablas. En la primera llamada *Tabla relacionada* se clasificó toda la información recopilada en diferentes categorías mediante el uso de parámetros de organización (año de publicación, tipo de documento, autor/es, idioma, país, ISSN – ISBN, cuartil, entre otros) y por tema (astronomía, meteorología y agronomía). La información de la bibliografía seleccionada fue registrada en la matriz, realizando lectura, análisis y registro de cada documento. La segunda tabla contiene información específica de la posible relación propuesta entre Ciclos de Milankovitch – Día y Noche, radiación solar y crecimiento de las plantas.

## 2.2 Selección de información

Se realizó un estudio bibliográfico para identificar información sobre factores astronómicos, variables meteorológicas y fenológicas de las plantas con una posible conexión entre ellas. Se eligieron 78 bibliografías de una base de 170 documentos. Cada documento fue analizado

**Artículo científico:** Relación entre factores astronómicos, variables meteorológicas y fenología de las plantas

**Publicación Semestral. Vol. 1, No. 2, julio-diciembre 2022, Ecuador (p. 17-36)**

mediante la lectura de títulos y resúmenes. De esta base de datos de 78 documentos, se identificó ocho posibles factores astronómicos, once variables meteorológicas y ocho variables con respecto a la fenología de las plantas que podrían mantener una relación entre sí.

Luego de haber identificado las posibles variables y factores a estudiar, en un segundo objetivo específico de este análisis de información, se eligieron los factores astronómicos: *Ciclos de Milankovitch – Día y Noche*, la variable meteorológica: *Radiación solar* asociados con la variable: *Crecimiento* para la fenología de las plantas como una primera hipótesis de relación. Dentro de la base de datos obtenida se identificó conceptos fundamentales y características que determinen una posible relación entre sí.

### **2.3 Determinación de la relación**

Se identificaron conceptos y características específicas del factor astronómico, la variable meteorológica y la variable agronómica elegidas para el estudio (Anexos). Para la elección de la documentación, se estableció identificar al menos dos de las tres variables que se busca relacionar en la base de datos, puesto que el factor astronómico con las variables meteorología y agronomía no se encontraron juntas en ningún documento bibliográfico. Solamente 33 documentos finales hacen referencia al análisis propuesto. El estudio de estos factores y variables nos permitieron conocer el comportamiento de las mismas para poder determinar una posible relación entre ellas.

Se realizaron tablas específicas (Anexos) donde se analizaron 33 bibliografías de los 78 documentos de la base de datos. Los documentos se seleccionaron identificando conceptos, características, métodos, etc., que supongan una relación entre los factores y variables propuestas. En esta fase de la investigación se identificó bibliografía que contenía únicamente información sobre los factores astronómicos (*Ciclos de Milankovitch – Día Noche*), variable meteorológica (*Radiación solar*) y fenología de las plantas (*Crecimiento*), excluyendo archivos erróneos que no contenían estas temáticas, ni palabras claves o ninguna relación entre ellos, además, de archivos duplicados.

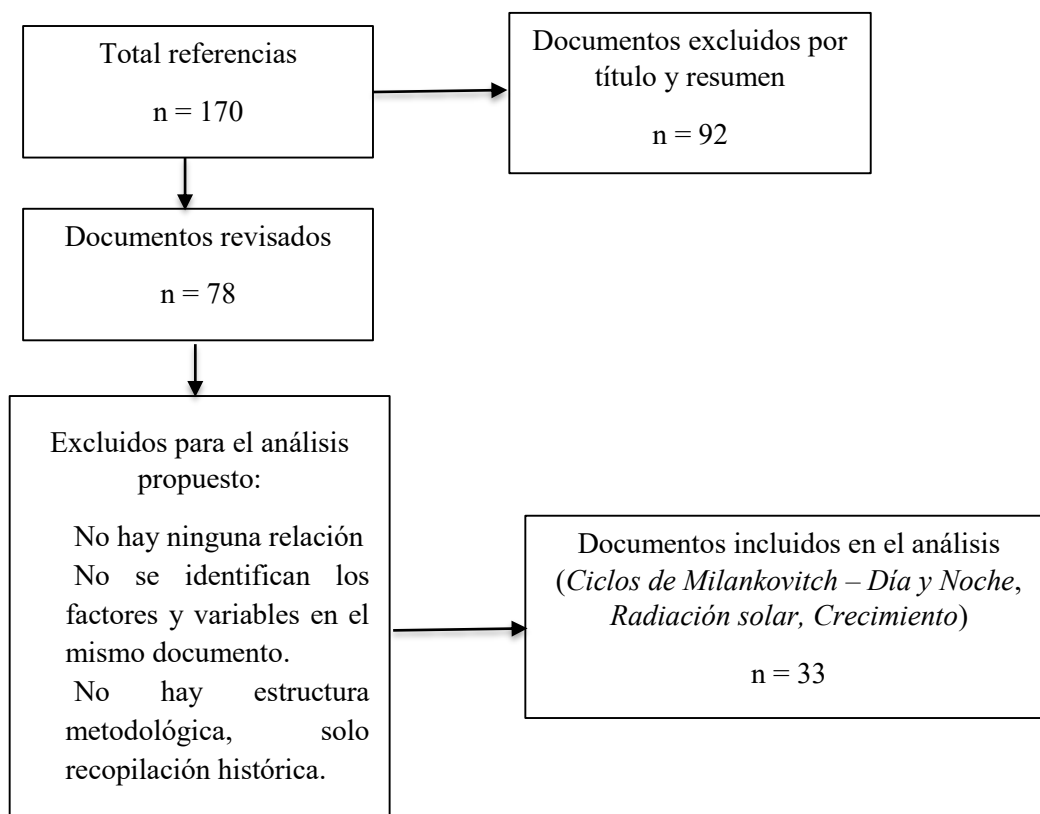
## **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3.1 Base de datos**

En la primera etapa del trabajo, 78 literaturas fueron identificadas y organizadas en el repositorio Mendeley de un total de 170 documentos encontrados, donde se evidenció posibles

factores y variables a estudiar (Figura 2). La base de datos está conformada por artículos de revistas, técnicos y científicos, libros, tesis y otros documentos bibliográficos. En la segunda etapa de la investigación, se obtuvieron 33 documentos de la muestra de 78 bibliografías, los cuales hacen referencia a los factores astronómicos Ciclos de Milankovitch – Día y Noche, variable meteorológica radiación solar y crecimiento como variable agronómica.

En la investigación se identifica documentación en un rango de 12 años (2010 – 2022). Sin embargo, se encontró bibliografía en un intervalo de tiempo desde 1982 hasta 2009 que respaldan a los factores astronómicos.



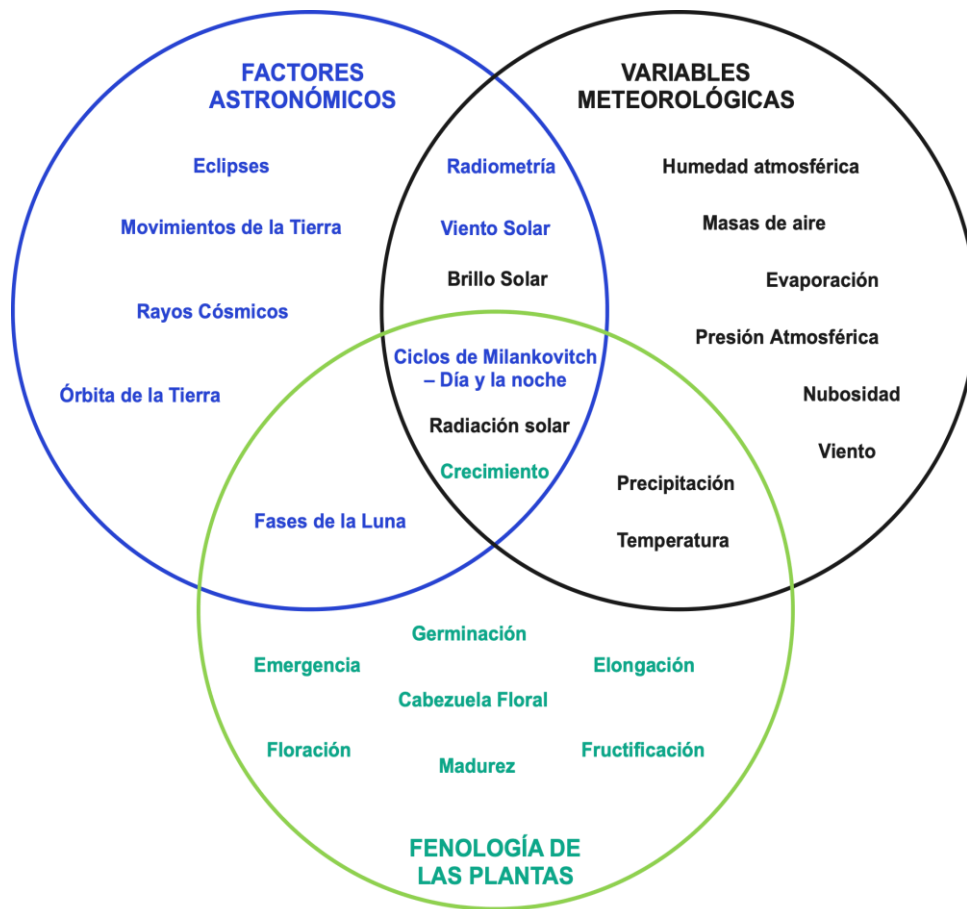
**Figura 1.** Flujograma de selección de documentación bibliográfica.

### 3.2 Factores y variables identificadas

Ocho posibles factores astronómicos, once variables meteorológicas y ocho variables con respecto a la fenología de las plantas fueron identificadas en un total de 78 documentos. De esta base de datos se propuso una posible primera relación entre los factores astronómicos: Ciclos de Milankovitch – Día y Noche, la variable meteorológica: Radiación solar asociados con la variable: Crecimiento para la fenología de las plantas, basándose en conceptos fundamentales y orden de importancia de éstas dentro de la agronomía.

**Artículo científico:** Relación entre factores astronómicos, variables meteorológicas y fenología de las plantas

**Publicación Semestral. Vol. 1, No. 2, julio-diciembre 2022, Ecuador (p. 17-36)**



**Figura 2.** Factores astronómicos, variables meteorológicas y agronómicas identificadas en 78 bibliografías analizadas. Intersección, primera propuesta de relación entre factores astronómicos con variables meteorológicas y agronómicas.

Algunos factores astronómicos que se muestran en la Figura 2, fueron identificados en una base bibliográfica que hace referencia a repositorios gubernamentales y guías de trabajo que recolectan información para el área campesina sobre el uso de prácticas ancestrales en el campo (FAO, 2017). El día y la noche, así como las Fases de la Luna son de los factores más nombrados en la bibliografía. Las variables meteorológicas con las variables fenológicas tienen una relación más estrecha entre ellas, ya que se identificó que la precipitación y la temperatura son consideradas en el estudio del desarrollo de una especie vegetal, tal como lo señala bibliografía específica en ciertos cultivos como el arroz (Agüero, 2020), caña de azúcar (Ramírez-González, 2019), entre otros.

### 3.3 Relación entre factores y variables

Para determinar una posible relación entre los factores astronómicos: Ciclos de Milankovitch – Día y Noche, la variable meteorológica: radiación solar asociados con la variable crecimiento para la fenología de las plantas se realizó un análisis de 33 documentos donde se identificaron



conceptos, características y métodos de estudio de estas variables bibliográficamente. Se adjunta en anexos las tablas con el contenido analizado. Se estudió cada factor y variable propuesta para poder relacionarlas entre sí a partir de sus conceptos y características (Anexos).

### 3.3.1 Ciclos de Milankovitch

La Teoría de Milankovitch habla sobre la energía solar incidente en la Tierra durante un año completo, ésta es siempre la misma, excepto en los cambios de excentricidad de la órbita terrestre, en donde se existe un ligero cambio en la misma (Uriarte, 2003).

Como afirman Fucks & Pisano (2017), la Teoría de Milankovitch se basa en tres magnitudes básicas de la órbita de la Tierra: oblicuidad, excentricidad y precesión de la órbita terrestre, variables con cambios no tan significativos a escalas macroscópicas. Sufren variaciones cíclicas a largo plazo debido a la atracción gravitatoria de la Luna y de los demás planetas. La teoría de Milankovitch explica los cambios climáticos mediante la astronomía con los elementos Tierra – Sol – Órbita. Además, hace referencia a la inclinación del eje de la Tierra y su causa de generación de las estaciones.

Para entender estos comportamientos tomó en cuenta algunas magnitudes importantes: **Precesión de los equinoccios:** donde el eje de rotación terrestre no es perpendicular a la eclíptica. Ese giro se produce siguiendo una trayectoria en sentido opuesto a la de rotación de la Tierra, y tarda unos 26.000 años en completarse (Martín et al., 2015). La Tierra describe una órbita ligeramente elíptica alrededor del Sol. El Sol no está ubicado en el centro de la elipse, sino que ocupa uno de sus focos. **Excentricidad de la órbita:** La órbita terrestre es ligeramente elíptica, casi circular (Martín et al., 2015). La variación de la excentricidad de la órbita hace que la distancia media anual Tierra – Sol no sea exactamente la misma. (Uriarte, 2003).

**Día y Noche:** Los ciclos Día – Noche generados por la rotación de la Tierra alrededor de su eje influyen en la vida de los organismos en una gran extensión (Salazar et al., 2006). De no existir este movimiento, las condiciones de habitabilidad de este planeta serían completamente distintas, pues una parte de la Tierra estaría constantemente expuesta al Sol, mientras que en la otra reinarían las tinieblas (Fabregat et al., 1984).

**Ritmos circadianos:** son procesos biológicos que ocurren con cierta periodicidad, que siguen la pauta del tiempo empleado por la Tierra en rotar alrededor de su eje, o según los ciclos

**Artículo científico:** Relación entre factores astronómicos, variables meteorológicas y fenología de las plantas

**Publicación Semestral. Vol. 1, No. 2, julio-diciembre 2022, Ecuador (p. 17-36)**

diarios de luz - oscuridad. Cuando se observa que un proceso continúa produciéndose de forma periódica en ausencia del estímulo ambiental que lo ocasiona, nos encontramos ante un ritmo biológico, que tienen una periodicidad diaria, y precisamente por el periodo de tiempo que ocupan (Capel et al., 2003). Los ritmos circadianos generan cambios físicos, mentales y conductuales que se manifiestan en un ciclo diario, y que dependen de la luz y la oscuridad en el ambiente de un organismo (NIH, 2017).

### 3.3.2 Radiación Solar

El Sol, es la principal fuente de calor que llega a la atmosfera la cual, está continuamente radiando energía en forma de ondas electromagnéticas. La cantidad total de energía solar que llega a la Tierra depende de la emisión de radiación solar, de la distancia entre el Sol y la Tierra, la altitud del Sol y la longitud del día (Reyes, 2002). La radiación solar es de máxima importancia para la vida sobre la Tierra, ya que los distintos flujos de radiación en la superficie de la Tierra generan el balance de calor de la Tierra y éstas afectan en la industria, la agricultura, etc. (Acuña & Robles, 2015).

### 3.3.3 Fenología de las plantas

El ciclo evolutivo de las plantas, desde nacimiento hasta su muerte o desde la brotación hasta la maduración del fruto o semilla en las perennes, el vegetal sufre continuas transformaciones de volumen, peso, forma y estructura y por consiguiente sus exigencias respecto de los elementos meteorológicos serán distintas según el momento del ciclo que se encuentra. Estas modificaciones no son graduales ni constantes, por lo que hay momentos denominados fases del crecimiento y fases del desarrollo (Martinez, 2017).

**Crecimiento de las plantas:** El crecimiento de la planta, como el de cualquier otro organismo, representa un incremento irreversible de tamaño, generalmente unido, pero no necesario, a un incremento del peso sólido o seco y del volumen. Entonces, el crecimiento es un proceso cuantitativo relacionado con el aumento en masa de un organismo. Durante el crecimiento de los vegetales la temperatura y el agua son de gran importancia. A partir de ciertos límites (cero vital de crecimiento) el aumento de temperatura determina un aumento creciente de la masa vegetativa hasta un máximo de actividad que se obtiene con la temperatura óptima; los elementos de balance hidrológico, el agua útil y los excesos, pueden marcar con respecto al agua, los límites de crecimiento y condiciones más favorables para un determinado cultivo (Martinez, 2017).

#### 4. CONCLUSIÓN

Al analizar la base de datos obtenida, se observa una posible relación entre el factor astronómico con las variables meteorológica – fenología de las plantas de la hipótesis planteada. Desde el punto de vista bibliográfico es defendible (*Ciclos de Milankovitch – Día y Noche* como factor astronómico, *Radiación solar* como variable meteorológica y *Crecimiento* para la fenología de las plantas) ya que dentro de la información recopilada se encontró una posible relación entre las variables citando sus conceptos y características principales. Los movimientos orbitales estudiados por Milankovitch influyen en los cambios climáticos terrestres, los cuales influyen en el comportamiento de la energía solar y esto representa procesos positivos y negativos en el desarrollo fotosintético de las plantas. La literatura analizada muestra conceptos básicos de cada factor y variable, pero no cuentan con un estudio detallado donde converjan los factores astronómicos y las variables en una sola investigación. Las tablas específicas fueron realizadas para el reconocimiento de los conceptos principales de cada factor astronómico, variable meteorológica y agronómica y poder identificar una posible relación entre ellas.

#### 5. REFERENCIAS

- Acuña, D., & Robles, D. (2015). *Manual de meteorología y de gestión de la información climática*. Agencia de EE. UU para el Desarrollo Internacional (US Agency for International Development Structure, USAID). Serie Estudios Aplicados para la Adaptación. [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PA00N1N1.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00N1N1.pdf)
- Agüero, J. M. (2020, 17 de enero). *AgriCien. Obtenido de La importancia de las variables meteorológicas para el adecuado manejo agronómico en el cultivo de arroz*. <https://www.agricien.com/blog/2020/1/17/la-importancia-de-las-variables-meteorologicas-para-el-adecuado-manejo-agronmico-en-el-cultivo-de-arroz>
- Alarsa, F., & Faria, R. P. (1982). *Fundamentos de Astronomía*. Papirus. <https://www.amazon.com/-/es/Romildo-P-Faria/dp/8530804910>
- Andrade, M., & Muñoz, C. (2012). *Fundamentos de Climatología. Universidad de La Rioja, Servicio de Publicaciones*. [https://publicaciones.unirioja.es/catalogo/monografias/mdaa12\\_2.shtml](https://publicaciones.unirioja.es/catalogo/monografias/mdaa12_2.shtml)
- Arévalo, V. (2010). *Una reconstrucción racional de la historia de la Ciencia: Análisis de la Teoría de los ciclos de Milankovitch y el surgimiento de la Climatología*. *ResearchGate*, [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Colombia]. Archivo digital. [https://www.researchgate.net/publication/215519646\\_Una\\_reconstruccion\\_racional\\_de\\_la\\_historia\\_de\\_la\\_Ciencia\\_Analisis\\_de\\_la\\_Teoria\\_de\\_los\\_ciclos\\_de\\_Milankovitch\\_y\\_el\\_surgimiento\\_de\\_la\\_Climatologia](https://www.researchgate.net/publication/215519646_Una_reconstruccion_racional_de_la_historia_de_la_Ciencia_Analisis_de_la_Teoria_de_los_ciclos_de_Milankovitch_y_el_surgimiento_de_la_Climatologia)
- Capel, J., Lozano, R., Martínez, J., & Jarillo, J. (2003). Ritmos y relojes circadianos de las plantas. *Ecosistemas*, 12(1), 1–5. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/249#:~:text=Los%20ritmos%20biol%C3%B3gicos%20permiten%20a,para%20actualizar%20su%20propio%20funcionamiento>

**Artículo científico:** Relación entre factores astronómicos, variables meteorológicas y fenología de las plantas

**Publicación Semestral. Vol. 1, No. 2, julio-diciembre 2022, Ecuador (p. 17-36)**

- Cetto, A. M. (s.f.). Las energías del sol. *Revista de Cultura Científica*, 141.  
<https://www.revistacienciasunam.com/pt/154-revistas/revista-ciencias-11/1322-las-energ%C3%ADas-del-sol.html>
- Chadwick, G., & Castorina, J. A. (2021). Algunas relaciones entre saberes ancestrales y conocimientos occidentales sobre astronomía, en contextos de enseñanza intercultural. *Revista Latinoamericana de Educación y Estudios Interculturales*, 5(4), 11-26. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/155029>
- Cubas, J.M., & Guirado, J.C. (2020). *Astronomía y desarrollo rural*. [https://puv.uv.es/astro-y-desarrollo-rural.html?\\_\\_store=espanyol&\\_\\_from\\_store=valencia](https://puv.uv.es/astro-y-desarrollo-rural.html?__store=espanyol&__from_store=valencia)
- Díaz, J. (1999). Teoría astronómica de Milankovitch y modelos climáticos de gran escala temporal. *Rev.R.Acad.Cienc.Exact.Fis.Nat*, 93(1). 29-33.  
<https://www.divulgameteo.es/fotos/lecturas/Milankovitch-modelos-climáticos.pdf>
- Dominguez-Vilches, E. (2011). *El Planeta Tierra*. Editorial: Ediciones Contracento.  
[https://www.researchgate.net/publication/340607510\\_El\\_Planeta\\_Tierra\\_The\\_Planet\\_Earth](https://www.researchgate.net/publication/340607510_El_Planeta_Tierra_The_Planet_Earth)
- Fabregat, J., García, M., & Sendra, R. (1984). *Curso de Astronomía: teoría y práctica*. Editorial ECIR.  
<https://www.uv.es/fabregaj/apuntes/AstronPos.pdf>
- FAO. (2017). Asistencia a los países andinos en la reducción de riego y desastres en el sector agropecuario. Informe de políticas N° 10. *Prácticas ancestrales de manejo de recursos naturales*.  
<https://www.fao.org/climatechange/35951-0d6853686446b68e3136adea17661d64b.pdf>
- Fucks, E., & Pisano, M. (2017). *Cuaternario y geomorfología de Argentina Distribución y características de los principales depósitos y rasgos geomorfológicos*. Libros de cátedra, 21-25. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/66040>
- Gouin, H. (2020). Influence of lunisolar tides on plants. Parametric resonance induced by periodic variations of gravity. *Physics of Fluids*, 32(10), 101907. <https://doi.org/10.1063/5.0023717>
- Gangui, A. & C. (2016). Astronomía Diurna. *Ciencia en el aula*, 26(152). 1-3.  
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/20477>
- Guarín, M. (2019). *Fundamentos de Astronomía de Posición*.  
<https://es.scribd.com/document/457462031/Version-01>
- Haffer, J., & Prance, T. (2002). Impulsos climáticos de la evolución en la Amazonia durante el Cenozoico: sobre la teoría del Refugio de la diferenciación biótica. *Amazonia Brasileira II*, 16(46). 175-206. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.scielo.br/j/ea/a/7BGF7hhdGBJgP75yFvNXLRT/?format=pdf&lang=pt](https://www.scielo.br/j/ea/a/7BGF7hhdGBJgP75yFvNXLRT/?format=pdf&lang=pt)
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2019). *Glosario Meteorológico*.  
<https://www.ideam.gov.co/>
- Jamioy, J. N. (1997). Los Saberes Indígenas son Patrimonio de la Humanidad. *Nómadas*, (7). 64-72.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105118909006>
- Loyola, J. G. (2016). Conocimientos y prácticas ancestrales y tradicionales fortalecen la sustentabilidad de los sistemas hortícolas de la parroquia de San Joaquín. *La Granja*, 24(2), 29-42.  
<https://revistas.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/24.2016.03>
- Martín-Chivelet, J., Palma, R., Domingo, L., & López-Gómez, J. (2015). Ciclo estratigrafía, Cambio Climático y la Escala de Tiempo Astronómico. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 23(2), 136-147.  
<https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/306514>
- Martínez Bracerías, N. (2014). *Impacto de variaciones climáticas de origen astronómico en las condiciones ambientales de medios marinos profundos a partir del análisis geoquímico en el eoceno de Sopelana (Bizkaia)*. [Tesis de posgrado, Universidad de Cantabria].  
<https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/5943>

- Martínez, V. J., Miralles, J. A., Marco, E. M. & Galadí-Enríquez, D. (2005). *Astronomía fundamental*. <https://puv.uv.es/libro/astronomia-fundamental.html>
- Martinez, M., Lorenzo, É., & Álvarez, A. (2017). Los Ciclos de Milankovitch: Origen, Reconocimiento, Aplicaciones en Ciclo estratigrafía y el estudio de Sistemas Petroleros. *Revista Científica y Tecnológica UPSE* 4(3), 56-65. <https://doi.org/10.26423/rctu.v4i3.281>
- Mera, R. I. M., Artieda, J., Muñoz, M., & Romero Katherine. (2017). Influencia lunar en cultivos, animales y ser humano. *Revista digital de Ciencia, Tecnología e Innovación*. 4(2), 37–47. <https://www.redalyc.org/pdf/5646/564677243005.pdf>
- Martínez, M. (2016). Radiación Solar – Conceptos y Aplicaciones. *INIA*, (109). 3-4. <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/4702>
- Martínez, S. (2017). *Climatología y Fenología Agrícola*. FCA y UNLP. 1–20. [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/52763/mod\\_resource/content/3/11-2 - Fenologia agricola.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/52763/mod_resource/content/3/11-2 - Fenologia agricola.pdf)
- Méndez, C. (2015). Edad Fisiológica de los cultivos: el uso de Grados Día. *Ambientes protegidos PRONAP*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/<https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/av-1816.pdf>
- Montalvo, E. (s.f.). Cambio climático y sus afectaciones a los ecosistemas. *Que es el efecto invernadero*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21319/1/Cambio%20climático.pdf>
- Moore, P. (2015). El Impacto Positivo de las Emisiones Humanas de CO2 en la Supervivencia de la Vida en la Tierra. *Ecosense Environmental Inc*. <https://ecoplaneta.org/co2/El-Impacto-Positivo-de-las-Emisiones-Humanas-del-CO2.pdf>
- Olcina Cantos, J. (2004). Reseña de "Historia del clima de la Tierra. Gobierno Vasco". *Investigaciones Geográficas*, 35, 171-174. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/<https://www.redalyc.org/pdf/176/17603511.pdf>
- Ramírez-González, M., Rodríguez-Moreira, Ramírez-González, F. (2019). Variables meteorológicas y desarrollo fenológico de la caña de azúcar en Aguada de Pasajeros. *Revista Cubana de Meteorología*, 25. 354-366. <https://www.redalyc.org/journal/7019/701977516009/>
- Reyes, S. (2002). *Introducción a la Meteorología*, Editorial Universidad Autónoma de Baja California (UABC). <https://books.google.com.ec/books?id=E1-YgOPIS-UC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=true>
- Salazar-Juárez, A., Parra-Gómez, L., Barbosa-Méndez, S., Leff, P., & Antón, B. (2006). Sincronización luminosa. Conceptos básicos. Primera parte. *Salud Mental*. 29(2), 11-17. <https://www.medigraphic.com/pdfs/salmen/sam-2006/sam063b.pdf>
- Sánchez, E. (2021). *Hicimos la luz... y perdimos la noche. Efectos biológicos de la luz*. Editorial Universidad de Cantabria. 316. <https://www.editorialuc.es/libro/hicimos-la-luz-y-perdimos-la-noche-efectos-biologicos-de-la-luz>
- Siebert, S., Ewert, F. (2012). Spatio-Temporal Patterns of Phenological Development in Germany in Relation to Temperature and Day Length. *Agricultural and Forest Meteorology*, 152. 44-57. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.08.007>
- Uriarte, A. (2003). *Historia del Clima de la Tierra*. Investigaciones Geográficas. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=220448>
- Vargas, Á. G., Calvo, M. H., Minchala, J. V., & Racines, X. A. (2021). Registro e inventario de técnicas culinarias ancestrales de los días festivos en la provincia del cañar. *Revista Alfa*, 5(15). <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i15.144>

**Artículo científico:** Relación entre factores astronómicos, variables meteorológicas y fenología de las plantas

**Publicación Semestral. Vol. 1, No. 2, julio-diciembre 2022, Ecuador (p. 17-36)**

Villanego, F., Naranjo, J., Vigarra, L., Cazorla, J., Montero, M., García, T., Mazuecos, A. (2020). Impacto del ejercicio físico en pacientes con enfermedad renal crónica: revisión sistemática y metaanálisis. *Revista de la Sociedad Española de Nefrología*, 40(3). 237–252. <https://www.revistanefrologia.com/es-impacto-del-ejercicio-fisico-pacientes-articulo-S0211699520300266>

Anexos

**Tabla 1. Factor astronómico: Ciclos de Milankovitch. Identificación de las características principales de cada documento bibliográfico.**

VARIABLES	SEGÚN	CONCEPTOS	TÍTULO	CARACTERÍSTICAS	CITA			
CICLOS DE MILANKOVITCH	ASTRONOMÍA	Los ciclos de Milankovitch se traducen en cambios climáticos que afectan principalmente a la estacionalidad.	CICLOS DE MILANKOVITCH	Ciclos de Milankovitch: oblicuidad, excentricidad, precesión	(Usal, Ciclos de Milankovitch, S/A)			
		La oblicuidad: controla la estacionalidad, que aumenta a medida que el ángulo de inclinación del eje de giro terrestre es mayor. Este cambio afecta a los dos hemisferios en fase (es decir, que cuando la estacionalidad es grande en el hemisferio norte, también es grande en el hemisferio sur), y el efecto climático es más pronunciado en latitudes altas (las más cercanas a los polos terrestres).						
		Excentricidad: La órbita suavemente elíptica de la Tierra está influenciada por interacciones gravitacionales con los otros planetas del Sistema Solar, causando pequeñas variaciones en la excentricidad, que tiene valores extremos en 0,0005 y 0,0607.						
		Precesión: La Tierra es una esfera achatada por los polos que gira en torno al eje imaginario que los atraviesa. La atracción gravitatoria ejercida por el Sol y los planetas sobre esa deformación ecuatorial provoca una lenta precesión de dicho eje (como el que describe una peonza a punto de caer). Es decir, el eje de rotación terrestre dibuja circunferencias respecto a la referencia de las estrellas lejanas. Actualmente se orienta hacia la estrella Polar pero dentro de 10.000 años apuntará hacia la estrella Vega.						
		En los ciclos de Milankovitch se asume que la energía solar incidente en la Tierra en su globalidad y durante un año completo es siempre la misma (excepto en los cambios de excentricidad, en donde se admite un ligero cambio). La órbita de traslación de la Tierra alrededor del Sol.				RESEÑA DE "HISTORIA DEL CLIMA DE LA TIERRA. GOBIERNO VASCO" DE A. URIARTE CANTOLLA	Ciclos de Milankovitch: Precesión de los equinoccios en los ciclos de Milankovitch. Excentricidad de la órbita.	(Olcina Cantos, 2004)
		La Tierra describe una órbita ligeramente elíptica alrededor del Sol. El Sol no está ubicado en el centro de la elipse, sino que ocupa uno de sus focos. Durante el solsticio de invierno del hemisferio norte (22 de diciembre) la Tierra se encuentra próxima al punto de su órbita más cercano al Sol, el perihelio, que alcanza el 3 de enero. La distancia al Sol durante esos días es la más corta del año, unos 146 millones de kilómetros, y por esa razón la Tierra en su conjunto recibe el máximo de calor.						
		La órbita pasa de ser casi circular a ser marcadamente elíptica en periodicidades de cientos de miles de años (100 ka y 400 ka). La distancia al Sol en cada estación del año es diferente y variable, por lo que la insolación también lo es.						
Modelos matemáticos para el estudio de variaciones climáticas a grandes escalas temporales.	TEORÍA ASTRONÓMICA DE MILANKOVITCH Y MODELOS CLIMÁTICOS DE GRAN ESCALA TEMPORAL	Teoría astronómica de Milankovitch, climatología, modelos matemáticos	(Díaz, 1999)					
Reconstrucción del surgimiento y consolidación de la teoría de Milutin Milankovitch sobre las variaciones orbitales, en la que muestra la noción	UNA RECONSTRUCCIÓN RACIONAL DE LA HISTORIA DE LA	Ciclos de Milankovitch	(Arévalo, 2010)					

**Artículo científico:** Relación entre factores astronómicos, variables meteorológicas y fenología de las plantas

**Publicación Semestral. Vol. 1, No. 2, julio-diciembre 2022, Ecuador (p. 17-36)**

		del paradigma para explicar la evolución de la climatología, y en particular, de la paleoclimatología, como ciencia que se fundamenta parcialmente en ella.	CIENCIA: ANALISIS DE LA TEORÍA DE LOS CICLOS DE MILANKOVITCH Y EL SURGIMIENTO DE LA CLIMATOLOGÍA		
		La órbita de la Tierra alrededor del Sol es elíptica, no circular, con la Tierra moviéndose más rápida y más lentamente cuando se encuentra más cerca o más lejos del Sol, y, en segundo lugar, porque el eje de rotación de la Tierra está inclinado con respecto a la elíptica.	ASTRONOMÍA RECREATIVA	Excentricidad de la órbita	(Barros & Bravo)
		Claudio Bevilacqua, director del Observatorio Astronómico de la UFRGS, habla en video sobre cómo los fenómenos astronómicos afectan el planeta Tierra y la vida en él.	EOASTRONOMIA	Fenómenos astronómicos	(LUME, 2014)
		Patrones orbitales en un registro sedimentario y su utilidad en el análisis de rocas madre y rocas reservorio de hidrocarburos dentro del sistema petrolero. Herramienta cicloestratigráfica.	LOS CICLOS DE MILANKOVITCH: ORIGEN, RECONOCIMIENTO, APLICACIONES EN CICLOESTRATIGRAFÍA Y EL ESTUDIO DE SISTEMAS PETROLEROS	Milankovitch, correlación, Cicloestratigrafía	(Martínez, Lorenzo, & Álvarez, 2017)
		La cicloestratigrafía es la especialidad geológica que se ocupa de ciclos repetitivos y de duración constante en sucesiones geológicas continuas. Estos ciclos están estrechamente relacionados con cambios climáticos periódicos inducidos por las variaciones en los parámetros orbitales terrestres, dentro de los que destacan los llamados Ciclos de Milankovitch.	IMPACTO DE VARIACIONES CLIMÁTICAS DE ORIGEN ASTRONÓMICO EN LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE MEDIOS MARINOS PROFUNDOS A PARTIR DEL ANÁLISIS GEOQUÍMICO EN EL EOCENO DE SOPELANA (BIZKAIA)	Cicloestratigrafía	(Martínez Braceras, 2014)
		En los últimos 20 años, ha experimentado un espectacular desarrollo asociado al reconocimiento, caracterización e interpretación de ciclos climáticos inducidos por variaciones en los elementos de la órbita terrestre (oblicuidad, precesión, excentricidad) que tienen periodos en el rango de 104 a 105 años.	CICLOESTRATIGRAFÍA, CAMBIO CLIMÁTICO Y LA ESCALA DE TIEMPO ASTRONÓMICO	Cicloestratigrafía	(Martín Chivelet, Palma, Domingo, & López Gómez, 2015)
	METEOROLOGÍA	Causas naturales y artificiales de cambio climático. Movimientos de la Tierra y variaciones orbitales o ciclos de Milankovitch.	CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS AFECTACIONES A LOS ECOSISTEMAS	Efecto invernadero	(Montalvo)
		Las fuerzas gravitatorias de los grandes planetas de nuestro sistema solar también han cambiado la inclinación de la Tierra y la trayectoria de la Tierra alrededor del sol de tal manera que alteran la distribución de la energía solar durante periodos de tiempo más prolongados. Se cree que estos ciclos de energía solar (ciclos de Milankovitch) desencadenaron el inicio y el final de varias glaciaciones en los últimos millones de años. Estos cambios en la producción solar pueden iniciar periodos fríos y cálidos en toda la Tierra, pero ellos solos no son suficientes para desencadenar condiciones de edad de hielo en toda regla. Se deben desencadenar otros procesos de retroalimentación en el sistema de la Tierra para permitir los cambios más dramáticos observados durante las edades de hielo en el pasado.	CLIMATE CHANGE IN KANSAS	Ciclos de Milankovitch - Energía solar - clima	(Brunsell, 2008)
		Las aplicaciones de la energía solar en el ámbito productivo son muy diversas. En la agricultura pueden dirigirse al riego, al suministro de energía eléctrica de equipos que la requieran o al calentamiento de agua. Así, los sistemas implementados podrán ser fotovoltaicos o solares térmicos.	RADIACIÓN SOLAR – CONCEPTOS Y APLICACIONES	Aplicaciones de la energía solar en la Agricultura	(RADIACIÓN SOLAR – CONCEPTOS Y APLICACIONES, 2016)
	AGRICULTURA	El clima como un conjunto de valores promedios de los variables atmosféricos. El cambio climático a través de los cambios en la órbita de la	CONCEPTOS BÁSICOS METEOROLOGÍA, CLIMATOLOGÍA.	Clima y Agricultura	(Kaychan, 2017)



		tierra y su movimiento alrededor del Sol (Ciclos de Milankovitch).	CAMBIO CLIMÁTICO VS VARIABILIDAD CLIMÁTICA		
--	--	--	--	--	--

**Tabla 2. Factor astronómico: Día. Identificación de las características principales de cada documento bibliográfico.**

VARIABLES	SEGÚN	CONCEPTOS	TÍTULO	CARACTERÍSTICAS	CITA	
DÍA	ASTRONOMÍA	Se define como día solar verdadero como el intervalo de tiempo que media entre dos pasos consecutivos del centro del disco solar por el meridiano local.	ASTRONOMÍA FUNDAMENTAL	El tiempo solar o sinódico. El día solar verdadero	(Martínez, Miralles, Marco, & Enríquez, 2007)	
		La estrella por el meridiano corresponde al periodo de rotación de la Tierra, es decir, el tiempo que nuestro planeta invierte en girar 360° respecto de las estrellas fijas. Si en lugar de observar una estrella fija medimos el tiempo entre culminaciones superiores consecutivas del punto vernal entonces podremos definir el día sidéreo.		El día sidéreo y la rotación de la tierra		
		Cada día el Sol describe un arco diferente en la bóveda del firmamento, que empieza por la mañana en el horizonte oriental y concluye por la tarde en el horizonte occidental. En su recorrido diurno a lo largo de uno de esos arcos, se va elevando sobre el horizonte por la mañana, alcanza su posición más alta al cumplir la mitad de su trayectoria, lo que marca el mediodía solar, y desciende hacia el horizonte por la tarde. Esos arcos diurnos son todos paralelos entre sí, y el Sol recorre uno u otro dependiendo de la época del año.	ASTRONOMÍA DIURNA	Astronomía Diurna		(Gangui, ASTRONOMÍA DIURNA, 2016)
		La duración de Día solar es mayor que Día sideral porque mientras la Tierra completa una rotación en un día sideral, en este lapso el Sol se ha desplazado entre las estrellas fijas un poco menos de un grado en dirección anti horaria, lo que obliga a la Tierra a rotar un ángulo adicional para que el centro del Sol se encuentre de nuevo transitando el meridiano del observador.	FUNDAMENTOS DE ASTRONOMÍA DE POSICIÓN	Diferencia en la duración entre los días sideral y solar		(Guarín, 2019)
	METEOROLOGÍA	GLOSARIO METEOROLÓGICO	Durante el periodo de crecimiento de un cultivos, identifica las diferencias entre las temperaturas diarias y una temperatura de referencia.	Día - grado de crecimiento	(INSTITUTO DE HIDROLOGIA METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES, 2019)	
			Día geofísico, acordado internacionalmente para efectuar observaciones más detalladas o intensivas de la atmósfera en amplias regiones de la Tierra.	Día geofísico		
			Día con nieve, en que se observa una caída de nieve.	Día con nieve		
			Día con precipitación. El mínimo de agua que debe recogerse para que se considere un día con precipitación varía de un país a otro, pero en general, es de 0,1mm.	Día con precipitación		
			Día de helada, en el que la temperatura mínima es inferior a 0°C (o por acuerdo en ciertos países, igual o inferior a 0°C).	Día de helada		
			Día de tormenta, en el que se oye una tormenta en una estación de observación.	Día de tormenta		
	AGRICULTURA	MANUAL DE METEOROLOGÍA Y DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN CLIMÁTICA	Esta variación se produce por la rotación de la Tierra y vienen a ser el cambio de temperatura entre el día y la noche. Es por la variación diurna que la temperatura mínima generalmente ocurre poco antes de la salida del sol; esto se debe a que durante el día la radiación solar es mayor que la terrestre, razón por la cual la superficie de la Tierra se calienta; en la noche (al no haber radiación solar), la Tierra se enfría hasta la salida del Sol.	Variación diurna	(Acuña, Robles, & USAID, 2015)	
			Otro concepto que se ha incorporado en la forma de evaluar el tiempo, pasando de usar el tiempo cronológico (días) al tiempo fisiológico, pues el tiempo cronológico se ve influenciado por todas las variables ambientales, mientras que el tiempo fisiológico expresado en grados Día (GD), es determinado únicamente por la temperatura, ya que esta variable controla la velocidad de las reacciones bioquímicas.	EDAD FISIOLÓGICA DE LOS CULTIVOS: EL USO DE GRADOS DÍA	Grados día (GD)	(Méndez, C.; Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola Bajo Ambientes Protegidos - ProNAP, 2015)
		El desarrollo fenológico de los cultivos se ha estudiado ampliamente en experimentos de campo, pero menos a escalas más grandes, para las cuales la disponibilidad de datos suele ser limitada. No está claro en qué medida la variabilidad espacio-temporal del desarrollo de los cultivos puede explicarse mediante relaciones derivadas de estudios de campo, como el concepto de suma de temperatura utilizado en muchos modelos de cultivos, pero la pregunta podría implicar la aplicación	SPATIO-TEMPORAL PATTERNS OF PHENOLOGICAL DEVELOPMENT IN GERMANY IN RELATION TO TEMPERATURE AND DAY LENGTH	Día	(S.Siebert, 2012)	

**Artículo científico:** Relación entre factores astronómicos, variables meteorológicas y fenología de las plantas

**Publicación Semestral. Vol. 1, No. 2, julio-diciembre 2022, Ecuador (p. 17-36)**

		a gran escala de estos modelos. El objetivo de este estudio fue analizar los patrones espacio-temporales del desarrollo fenológico de los cultivos en respuesta a la temperatura y la duración del día.			
--	--	---	--	--	--

**Tabla 3.** Factor astronómico: Noche. Identificación de las características principales de cada documento bibliográfico.

VARIABLES	SEGÚN	CONCEPTOS	TÍTULO	CARACTERÍSTICAS	CITA
NOCHE	ASTRONOMÍA	La contaminación lumínica en las ciudades y el impacto directo en el desarrollo de la naturaleza.	ASTRONOMÍA Y DESARROLLO RURAL: II UNIVERSIDAD DE VERANO DE ARAS DE LOS OLMOS	Astronomía y Desarrollo	(Cubas & Guirado, 2020)
		Descripción de la luz y el reloj interno para identificar ritmos biológicos. Documento escrito de manera literaria.	HICIMOS LA LUZ... Y PERDIMOS LA NOCHE. EFECTOS BIOLÓGICOS DE LA LUZ	Efectos fisiológicos, ritmos biológicos y fototerapia	(Sánchez, 2021)
	METEOROLOGÍA	Los ritmos circadianos son cambios físicos, mentales y conductuales que siguen un ciclo diario, y que responden, principalmente, a la luz y la oscuridad en el ambiente de un organismo. Dormir por la noche y estar despierto durante el día es un ejemplo de un ritmo circadiano relacionado con la luz. Los ritmos circadianos se encuentran en la mayoría de los seres vivos, incluidos los animales, las plantas y muchos microbios diminutos. El estudio de los ritmos circadianos se llama cronobiología.	LOS RITMOS CIRCADIANOS	Ritmos circadianos - Día y Noche	(Capel, 2017)
		El término “noche tropical” reaparece para indicar noches cálidas y sofocantes de insomnio donde es difícil coger el sueño por las altas temperaturas nocturnas. NocheS donde las temperaturas mínimas no bajan de los 20°C, según una definición climatológica.	NOCHE TROPICAL	Noche Tropical	(León, 2018)
	AGRICULTURA	Los ritmos circadianos son cambios físicos, mentales y conductuales que siguen un ciclo de 24 horas. Estos procesos naturales responden, principalmente, a la luz y la oscuridad, y afectan a la mayoría de seres vivos, incluidos los animales, las plantas y los microbios.	LOS RITMOS CIRCADIANOS	Ritmos circadianos	(NIGMS, 2020)
		Las plantas necesitan coordinar toda su fisiología, y por ende su reproducción, con la información del ambiente que las rodea. Los ritmos biológicos permiten a las plantas anticiparse a ciertas condiciones exteriores cambiantes como luz y temperatura. Los encargados de generar los ritmos son los relojes biológicos, que a su vez utilizan la información del ambiente que rodea a la planta para actualizar su propio funcionamiento.	RITMOS Y RELOJES CIRCADIANOS DE LAS PLANTAS	Ritmos y relojes circadianos de las plantas	(Capel J. L.-Z., 2003)
		La fotosíntesis están controlados por el fotoperiodo y por el reloj endógeno, lo que supone una ventaja para las plantas, toda vez que el reloj biológico es el encargado de inducir a los genes que participan en la fase luminosa antes de que amanezca y, por el contrario, comienza a reprimir estos genes antes de que anochezca, con el consiguiente ahorro energético.		Ritmos y relojes circadianos de las plantas Noche	

**Tabla 4. Variable meteorológica: Radiación solar – Identificación de las características principales de cada documento bibliográfico.**

VARIABLES	SEGÚN	CONCEPTOS	TÍTULO	CARACTERÍSTICAS	CITA
RADIACIÓN SOLAR	ASTRONOMÍA	La radiación solar llega a la Tierra como radiación de onda corta, por tanto. De ella, aproximadamente el 26% es reflejada hacia el exterior por la atmósfera (20% por las nubes); el 74% no reflejado, atraviesa la atmósfera, parte es absorbido por las nubes (4%) y los gases atmosféricos (16%); y el resto finalmente, incide sobre la superficie terrestre (54%). Esta, a su vez, refleja cierta fracción en función de su albedo, que sufre reflexiones y absorciones múltiples, por lo que finalmente un 50% de la radiación solar extraterrestre es absorbido por la superficie terrestre, y se invierte en calentarla, evaporar agua hacia la atmósfera, formar nubes y fundir nieve o hielo. La atmósfera y la superficie terrestre al calentarse emiten a su vez radiación hacia el exterior.	EL PLANETA TIERRA	Ciclos geodinámicos y biodinámicas - Radiación solar en el planeta	(Dominguez-Vilches, 2011)
		Las manchas solares. La atmósfera de la Tierra y las diversas maneras la radiación. El fenómeno del crepúsculo. Longitudes de onda de luz. Dispersión de la luz.	ASTRONOMÍA SIMPLIFICADA	Luz y Sol	(Alarsa & Faria, 1982)
	METEOROLOGÍA	La principal fuente de calor que recibe la atmósfera proviene del Sol, el cual está continuamente radiando energía en forma de ondas electromagnéticas. La cantidad total de energía solar que llega a la Tierra depende de cuatro factores principales: Emisión de radiación solar, Distancia entre el Sol y la Tierra, Altitud del Sol, Longitud del día. La temperatura en la fotosfera del Sol. Radiación Solar. La altitud del Sol.	INTRODUCCIÓN A LA METEOROLOGÍA	Radiación Solar, posiciones del Sol,	(Reyes, Sergio, 2002)
		Todo cuerpo en función de su temperatura emite energía radiante en forma de radiación electromagnética. Esta energía se transporta en forma de ondas electromagnéticas de una amplia gama de longitudes de onda, las cuales se desplazan en el vacío a una velocidad de 300.000 Km/s tardando sólo 8 minutos en recorrer aprox. 150 millones de Km que son los que separan el Sol con la Tierra.	FUNDAMENTOS DE CLIMATOLOGÍA	Radiación Solar y longitudes de onda	(Andrade & Múñez, 2012)
		La radiación solar es de máxima importancia para la vida sobre la Tierra. Los distintos flujos de radiación hacia y desde la superficie de la Tierra son términos del balance de calor de la Tierra en su totalidad, y de cualquier lugar en particular sobre el globo. Las mediciones de radiación son de gran valor para la ciencia, la industria, la agricultura, etc.	MANUAL DE METEOROLOGÍA Y DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN CLIMÁTICA	Radiación Solar, difusa, directa, reflejada	(Acuña, Robles, & USAID, MANUAL DE METEOROLOGÍA Y DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN CLIMÁTICA, 2015)
		La vegetación sintetiza nutrientes a través de la fotosíntesis, capturando la energía solar para su metabolismo con intervención de la clorofila de sus estructuras celulares, capturando dióxido de carbono y liberando oxígeno, en un proceso evolutivo milenar responsable de la atmósfera oxidante terrestre y del equilibrio de sus componentes.	EL PLANETA TIERRA	Ciclos geodinámicas y biodinámicas - Radiación solar en la vegetación	(Dominguez-Vilches, 2011)
	AGRONOMÍA	Solsticio de verano y solsticio de invierno, relacionadas a las variaciones de la temperatura de la atmósfera y del suelo, la cantidad de precipitaciones, la velocidad y dirección de los vientos, etc., es decir, todos los fenómenos climáticos que configuran el denominado "clima solar" de un lugar. La radiación solar atraviesa la atmósfera para llegar a la superficie de la Tierra, constituyendo la principal fuente de vida, pues de ella dependen todos los procesos en la atmósfera y en el suelo, estando unidas a tales procesos las manifestaciones vitales de las plantas y de los animales.	CLIMATOLOGÍA Y FENOLOGÍA AGRÍCOLA	Fenología de la planta- Radiación Solar en plantas	(Climatología y Fenología Agrícola, 2017)
		Las plantas, como organismos autótrofos, requieren del Sol como fuente de energía, para poder realizar la fotosíntesis y obtener los compuestos orgánicos que necesitan para realizar todas sus funciones vitales, por lo que el tallo y hojas de las plantas crecen en dirección del Sol, en un movimiento llamado "fototropismo positivo".	FOTOSÍNTESIS: ENERGÍA SOLAR Y PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS	Fototropismo positivo	(Instituto de apoyo - Perú, 2020)
		Las aplicaciones de la energía solar en el ámbito productivo son muy diversas. En la agricultura pueden dirigirse al riego, al suministro de energía eléctrica de equipos que la requieran o al calentamiento de agua. Así, los sistemas implementados podrán ser fotovoltaicos o solares térmicos.	RADIACIÓN SOLAR – CONCEPTOS Y APLICACIONES	Aplicaciones de la energía solar en la Agricultura	(RADIACIÓN SOLAR – CONCEPTOS Y APLICACIONES, 2016)

**Artículo científico:** Relación entre factores astronómicos, variables meteorológicas y fenología de las plantas

**Publicación Semestral. Vol. 1, No. 2, julio-diciembre 2022, Ecuador (p. 17-36)**

**Tabla 5. Variable agronómica: Crecimiento – Identificación de las características principales de cada documento bibliográfico.**

VARIABLES	SEGÚN	CONCEPTO	TÍTULO	CARACTERÍSTICAS	CITA
CRECIMIENTO	ASTRONOMÍA	Las aplicaciones de la energía solar en el ámbito productivo son muy diversas. En la agricultura pueden dirigirse al riego, al suministro de energía eléctrica de equipos que la requieran o al calentamiento de agua. Así, los sistemas implementados podrán ser fotovoltaicos o solares térmicos.	RADIACIÓN SOLAR – CONCEPTOS Y APLICACIONES	Aplicaciones de la energía solar en la Agricultura	(RADIACIÓN SOLAR – CONCEPTOS Y APLICACIONES, 2016)
		La combustión de combustibles fósiles para obtener energía para la civilización humana ha revertido la tendencia a la baja del CO2 y promete devolverlo a niveles que fomentarán un aumento considerable en la tasa de crecimiento y la biomasa de las plantas, incluidos los cultivos alimentarios y los árboles.	EL IMPACTO POSITIVO DE LAS EMISIONES HUMANAS DE CO2 EN LA SUPERVIVENCIA DE LA VIDA EN LA TIERRA	CO2 en la vida en la Tierra. Combustibles fósiles, las eras glaciales y su relación con el CO2. Escala de Tiempo Geológico	(Moore, 2015)
		La fluctuación de la vegetación climática provocada por los ciclos astronómicos de Milankovitch provocó cambios globales en la distribución de los bosques tropicales y otra vegetación no forestal antes y durante el Cenozoico.	IMPULSOS CLIMÁTICOS DE LA EVOLUCIÓN EN LA AMAZONÍA DURANTE EL CENOZOICO: SOBRE LA TEORÍA DEL REFUGIO DE LA DIFERENCIACIÓN BIÓTICA	Vegetación climática	(Haffer & Prance, 2002)
		El clima como un conjunto de valores promedios de los variables atmosféricos. El cambio climático a través de los cambios en la órbita de la tierra y su movimiento alrededor del Sol (Ciclos de Milankovitch).	CONCEPTOS BÁSICOS METEOROLOGÍA CLIMATOLOGÍA. CAMBIO CLIMÁTICO VS VARIABILIDAD CLIMÁTICA	Clima y Agricultura	(Kaychan, 2017)
	METEOROLOGÍA	El estudio del comportamiento de las plantas, se completa con la relación de la respuesta de las mismas a las influencias del ambiente. Teniendo en cuenta que estas reacciones derivan de un conjunto de condiciones meteorológicas y a su vez que entre el crecimiento y desarrollo de cada especie y el cumplimiento de las fases debe existir una exacta sucesión en las condiciones climáticas, se puede decir que las plantas en la fenología desempeñan un papel análogo al de los aparatos registradores en Meteorología.	CLIMATOLOGÍA Y FENOLOGÍA AGRÍCOLA	FENOLOGÍA - Radiación Solar en plantas	(Climatología y Fenología Agrícola, 2017)
	AGRONOMÍA	El crecimiento de la planta, como el de cualquier otro organismo, no es sino un incremento irreversible de tamaño, generalmente unido, aunque no de un modo necesario, a un incremento del peso sólido o seco y del volumen. Como las particularidades del suelo y su formación misma en gran parte es función del clima, es evidente que la distribución geográfica de las plantas y su desarrollo, dependen tanto del suelo como de los factores meteorológicos, en última instancia depende del clima.	CLIMATOLOGÍA Y FENOLOGÍA AGRÍCOLA	FENOLOGÍA - Radiación Solar en plantas	(Climatología y Fenología Agrícola, 2017)
		Una vez que la planta crece, busca la luz del sol. Cuando una planta se encuentra en oscuridad, su tasa de crecimiento se acelera, para encontrar rápidamente la luz, es por eso que nuestras plantas en oscuridad crecieron de manera tan acelerada en los primeros días, superando incluso a las plantas con sol. Sin embargo, al no encontrar luz, terminaron debilitándose y muriendo.	FOTOSÍNTESIS: ENERGÍA SOLAR Y PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS	Fototropismo positivo	(Instituto de apoyo - Perú, 2020)