



AGROCLIMATOLOGIA PARA EL USO EFICIENTE DE LOS RECURSOS CLIMATOLÓGICOS

DR. MARIO HERRERA SOLER PHD

AGROCLIMATOLOGÍA PARA EL USO EFICIENTE DE LOS RECURSOS CLIMATOLÓGICOS

Dr. Mario Herrera Soler PhD

2021

Todos los derechos reservados:

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual.

Diríjase a GESICAP (www.gesicap.com), si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

© Herrera - Soler, M., 2021
El Carmen, Manabí, Ecuador
www.gesicap.com

ISBN: 978-9942-8854-5-6

Depósito Legal:

1ra Edición: Ediciones Gesticap, Calle 24 de julio y Ave 3 de julio, El Carmen Manabí Ecuador.
Copyright © 2021.

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de este libro puede ser reproducida o transmitida en cualquiera de sus formatos, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopias sin el debido permiso de GESICAP.

Como citar el libro:

Herrera-Soler, M. 2021. Agroclimatología para el uso eficiente de los recursos climatológicos, Editorial Ediciones GESICAP, Ecuador, 170 pp.

Equipo editorial:

Edición y Diagramación: Xenia Pedraza González
Revisión y Corrección: José Luis Azúm González; Orestes Cruz la Paz
Cubierta y diseño: Lénore Herrera Menéndez

© Mario Herrera Soler, 2021

© Sobre la presente edición: Ediciones GESICAP, 2021

ISBN: ISBN: 978-9942-8854-5-6

Editorial: Ediciones GESICAP

Nota sobre enlaces a páginas web ajenas: Este libro puede incluir enlaces a sitios web gestionados por terceros y ajenos a GESICAP, los cuales se incluyen solo con finalidad informativa. GESICAP no asume ningún tipo de responsabilidad por los daños y perjuicios derivados del uso de los datos personales que pueda hacer un tercero encargado del mantenimiento de las páginas web ajenas a GESICAP y del funcionamiento, accesibilidad o mantenimiento de los sitios web no gestionados por GESICAP ni por el autor de este libro.

Índice:

Capítulo I. El subsistema clima	1
Factores climáticos formadores del clima.....	1
Radiación solar.....	1
Circulación Atmosférica.	3
Superficie subyacente.	3
Elementos del clima.....	5
Insolación y radiación solar.	5
Temperatura del aire.	5
La Humedad del aire.	5
Evaporación.	6
Nubosidad.	7
Precipitación.	7
Presión atmosférica.	8
Viento.	8
Capítulo II. El clima como recurso natural y su protección.....	10
Disminución de las pérdidas, aumento de las ganancias.....	11
Meteorología de previsión y pérdidas evitadas.....	12
La gestión meteorológica en los países industrializados.....	12
La gestión meteorológica en los países en desarrollo	13
Papel contrastado que desempeñan los servicios meteorológicos en el desarrollo socio-económico de países industrializados y en desarrollo.	14
Algunas causas de las condiciones del clima.....	15
Impacto sobre la condiciones del clima	16
Los cambios del clima en relación con la agricultura	17
Contaminación del aire y su control	18
Protección de los recursos hídricos.....	19
Medidas para la protección del clima	19
Clientes de los servicios meteorológicos	21
Repercusión socio-económica de los eventos meteorológicos extremos.....	22
Capítulo III. Agroclimatología	23
Índices agroclimáticos usados para la evaluación agrícola del clima	29
Método de las Observaciones Paralelas.	30
Método de las Siembras Geográficas.	31
Método de las siembras microclimáticas	32
Método de siembras escalonadas.	32
Método de variación de la fitotecnia.....	33
Método del Fitotrón o de Cámara Climática.....	33
Método Matemático – Estadístico.....	34
Método de Modelación Matemática.....	35
Índices agroclimáticos	35
1.- Recursos de Radiación Solar.	35
2.- Recursos Térmicos.	39
Determinación de la temperatura mínima biológica (Tmb) de un cultivo.	40
3. - Recursos Hídricos.....	47
Blaney - Criddle.....	52
Importancia de los Equivalentes meteorológicos en la Climatología Agrícola.	55
La importancia de la Agroclimatología en la planificación agrícola.	57
Medidas Agroecológicas para la Conservación de las Reservas de Humedad en el Suelo.....	59

Capítulo IV. El agua y el ciclo hidrológico en la agricultura.....	66
Características de la humedad de los suelos	67
Humedad del suelo y crecimiento de las plantas	69
El balance hídrico - humedad del suelo	70
Medida de la pérdida de agua	72
Medición de la ETP a partir de la pérdida determinada en recipientes con aguas abiertas	72
Método aerodinámico	73
Método aerodinámico grosero.....	73
Selección por el método de balance de energía	73
Balances de energía y agua de una capa de aire cercana al suelo	74
Balances de humedad del suelo	75
Coeficiente de estrés hídrico (Ks).....	77
Cálculo del coeficiente de estrés hídrico Ks.	80
Análisis de las características de las precipitaciones y los rendimientos resultantes.	80
Intensidad de las precipitaciones	82
Efecto de las prácticas agrícolas sobre las partes componentes del ciclo hidrológico	84
Capítulo V. Influencia de la topografía y de las características de la superficie del suelo sobre las propiedades de las capas más bajas de la atmosfera.....	87
Topoclima y características del microclima.....	88
Influencia de la composición químico – mineralógica de los suelos.	89
Influencia de la vegetación en las condiciones microclimáticas.	90
Comportamiento de la luz y la sombra en los cultivos	97
Efectos de las características del paisaje en la intercepción y disposición de la radiación solar.	100
Efecto de la orientación de la pendiente sobre la intensidad de la radiación incidente.....	101
Capítulo VI Influencia de las prácticas de manejo y tratamientos sobre el microclima y sus efectos sobre la producción agrícola.....	103
Drenaje.....	103
Cultivo del suelo	103
Efecto del color de la superficie sobre la temperatura del suelo	104
Modificaciones de la estructura del suelo y su repercusión sobre las condiciones microclimáticas.....	107
Irrigación	107
Manejo y disposición de los cultivos	108
Manejo de la sombra artificial	109
Cultivos de cobertura	111
Mulching.....	111
Eliminación de malezas	112
Cortinas rompevientos	112
Cultivos protegidos	114
Agroforestería	114
Capítulo VII Riesgos meteorológicos y producción agrícola	117
Evento climático extremo en agricultura	119
Eventos extremos y sus consecuencias en la agricultura	120
Sequia	120
El análisis estadístico de la sequía	121
Sequia agrícola.....	131
Cultivos y labores agrícolas	131
Pasturas y ganado bajo condiciones de sequía.....	132
Sequia hidrológica, atmosférica y edáfica	132
Sequia hidrológica.....	132
Sequia atmosférica.....	133

Sequía edáfica.....	133
Inundaciones.....	133
Incendios en la vegetación.....	134
Índice de Nesterov.....	134
Índice de Tellysin.....	136
Índice de Monte Alegre.....	137
Índice de Angström.....	138
Coefficiente hidrotérmico de Selianinov (CHT).....	138
Efecto de la sequía sobre el aprovechamiento de la tierra y su manejo y sobre las operaciones agrícolas.....	139
Erosión del suelo.....	139
Aplicación y eficacia de los fertilizantes.....	140
Operaciones agrícolas.....	140
Plagas y enfermedades durante la sequía.....	140
Granizo.....	141
Prevención del granizo.....	142
Vientos.....	142
Daños causados a las plantas por las sales marinas y otros contaminantes.....	142
Comportamiento en la mesoescala y en la escala local.....	143
El papel de la Agroclimatología en la adaptación al cambio climático.....	143
Medidas estructurales.....	143
2. Almacenamiento de agua.....	143
3. Establecimiento de cortinas rompevientos.....	144
4. Climas artificiales.....	144
5. Protección contra heladas.....	144
6. Manejo del microclima.....	144
7. Agricultura sostenible.....	144
Medidas no estructurales.....	145
1. Créditos.....	145
2. Aseguramiento de la cosecha.....	145
3. Mejoramiento de la legislación.....	145
Factores de cultivo considerados en la evaluación del riesgo agroclimático.....	145
Requerimientos agroclimáticos de los cultivos.....	146
Diferencias específicas de los cultivos ante las amenazas.....	146
Fenología de los cultivos.....	146
Interacciones complejas.....	147
Evaluación del impacto agroclimático.....	147
El uso de modelos de pronóstico de impacto agroclimático.....	148
Modelos analíticos.....	149
Rotación de cultivo agroclimática.....	152
Desastres agrícolas: efectos directos e indirectos.....	154
Estrategias agrícolas adoptadas en áreas con un alto nivel de riesgo meteorológico.....	154
El pronóstico climático, una alternativa para la estrategia agrícola.....	156
Capítulo VIII. Condiciones climáticas y comportamiento animal.....	160
Influencia de las condiciones climáticas sobre el ganado vacuno.....	164
Radiación solar.....	164
Temperatura del aire.....	167

Capítulo I. El subsistema clima

Se llama Climatología a la ciencia que estudia los climas, sus causas, variaciones, distribución y tipos. El objeto del estudio de la Climatología consiste en el conocimiento del clima con el fin de encontrar soluciones prácticas a problemas sociales, económicas y ambientales relacionados con él, así como en dar respuesta a las interrogantes que se presentan en las distintas ramas de la investigación científica. Partes esenciales de esta ciencia son la concentración y el procesamiento de los datos climáticos, su análisis y estudio sistemático, su publicación y archivo, lo que, junto con la modelación y el pronóstico, provee de información climatológica diversa a gran cantidad de usuarios.

Factores climáticos formadores del clima

En las distintas zonas del planeta las características del clima no son iguales. Estas características están determinadas por una combinación compleja de influencias astronómicas, meteorológicas y geográficas conocidas como factores climáticos. Los factores climáticos actúan sobre todos los componentes del clima de forma desigual y establecen el comportamiento de cada uno de ellos. Los principales factores del clima son: la radiación solar, circulación de la atmósfera y el carácter de la superficie subyacente.

Radiación solar.

Es la fuente más importante de energía de la mayoría de los procesos físicos que se llevan a cabo en el sistema Tierra Atmósfera. La caracterización de la RS forma parte de los estudios climáticos tanto en su condición de factor como de elemento del clima. El régimen de RS es uno de los factores climáticos más importantes, pues de su comportamiento dependen los distintos fenómenos del tiempo y sus cambios. A su vez, en gran medida los flujos de radiación son influidos por las condiciones climáticas y el medio ambiente de una región.

La energía proveniente del Sol llega a la Tierra en forma de ondas electromagnéticas que aportan luz y calor en su paso a través de la atmósfera. La RS que se recibe en el tope superior de la atmósfera se conoce como constante solar o radiación extraterrestre, evaluada en $1,366 \text{ kw/m}^2$ como valor medio. Pues no es un valor constante. La mayor parte de esta energía pasa a través de la atmósfera y calienta la superficie terrestre. La parte restante, al atravesar la atmósfera, sufre variaciones cuantitativas y cualitativas cuyos efectos producen el debilitamiento de la RS. El calentamiento de la superficie terrestre por la radiación produce una emisión de energía desde esta superficie. Hay que destacar que la radiación proveniente del Sol no es absorbida por la atmósfera y no produce cambios perceptibles en su calentamiento. Sin embargo, la atmósfera sí absorbe la energía emitida por la superficie terrestre debido a gases como el CO_2 , el vapor de agua y el metano. Estos gases producen el llamado efecto de invernadero, cuya consecuencia directa es el mantenimiento del calor en las partes bajas de la atmósfera al impedir la liberación del calor que se emite desde la superficie terrestre. Este proceso se manifiesta en cada zona geográfica de diferente manera, respondiendo a los factores climáticos reinantes.

La distribución de la RS es diferente en cada zona físico-geográfica, dependiendo de los factores astronómicos, dados por la posición relativa entre la Tierra y el Sol y la inclinación del eje de rotación de la Tierra. Las diferentes posiciones son las que determinan el paso de las estaciones en cada año y sus particularidades en cada hemisferio del globo terráqueo. En verano en el hemisferio norte existe invierno en el Sur y viceversa. Esta condición, si perdurar podría causar elevadas temperaturas en ascenso en uno de los hemisferios y de descenso en el otro, lo cual no es facilitado a causa de la circulación atmosférica presente.

La energía solar aporta la potencia para el funcionamiento de los sistemas climáticos. La radiación solar entrante, la insolación ocurre en el espectro visible, cercana al infrarrojo y en el ultravioleta. La longitud esta radiación de onda corta es inversamente proporcional a la temperatura del sol. La radiación saliente es de onda larga en el infrarrojo lejano. Existe un balance entre la radiación entrante y la radiación saliente. Una longitud de onda mayor indica que la temperatura de la tierra es más baja. Las variaciones en la distribución global de la insolación son la causa principal de las diferencias climáticas regionales. Hay factores en las variaciones de insolación diurnos y estacionales. Por ejemplo, la geometría entre la Tierra y el Sol (Revolución, rotación, inclinación, paralelismo, relación de calentamiento por área, longitud del día y ángulo solar). También influyen sobre la insolación los efectos atmosféricos como las nubes, el polvo y la contaminación. La dispersión depende del tamaño de las partículas. El cielo despejado es azul, mientras que partículas mayores producen una bruma blanca en todas las longitudes de onda. Es importante considerar la profundidad de la atmósfera que depende del ángulo solar. Las variaciones diurnas son la componente del tiempo del clima. Las variaciones anuales es la componente estacional del clima.

La declinación solar es la latitud que recibe la insolación perpendicular en un día determinado.: Es la latitud de la Tierra en que el sol al mediodía está directamente en la vertical. La declinación solar migra anualmente 47° de latitud entre los trópicos. Siempre está entre 23.5°N y 23.5°S latitudes, donde ocurren los Solsticios. El 21 de junio ocurre el solsticio de verano en el hemisferio norte, cuya declinación solar es 23.5°N . En los días largos del hemisferio norte la declinación solar máxima está entre $30\text{-}40^\circ \text{N}$, o sea, entre latitudes subtropicales y medias. El gradiente de insolación es la rapidez de cambio de la insolación con la latitud. Esto se relaciona con la energía disponible para los sistemas atmosféricos (débiles en el hemisferio norte y fuertes en el hemisferio sur). En septiembre 21 y marzo 21 ocurren los equinoccios con una declinación solar de 0° , o sea, en el ecuador. Existe un gradiente de insolación fuerte en ambos hemisferios que corresponden a estaciones de transición. Entonces el periodo diurno dondequiera dura doce horas. El solsticio de invierno ocurre el día 21 de diciembre en el hemisferio norte. Resumiendo:

- La insolación máxima es en verano, pero el gradiente en latitudes medias es débil.
- Los gradientes mayores ocurren en invierno y la oscuridad es total entre 66.5° y 90.0° en ambos hemisferios.
- Las declinaciones solares siempre están entre 23.5°N y 23.5°S y la insolación máxima en ambos hemisferios ocurre en 35°N .
- La variación anual es mayor al desplazarse hacia los polos.