

EDUCACIÓN TÉCNICA AGROPECUARIA DE JÓVENES Y ADULTOS

MÓDULO IV

La importancia del clima en la producción agropecuaria



ÁREA TÉCNICA TECNOLÓGICA
NIVEL TÉCNICO MEDIO

POTOSÍ - BOLIVIA
2008

EDUCACIÓN TÉCNICA AGROPECUARIA
DE JÓVENES Y ADULTOS

MÓDULO IV

ÁREA TÉCNICA TECNOLÓGICA
NIVEL TÉCNICO MEDIO

La importancia del clima en la producción agropecuaria



Competencia del módulo

Conoce y aplica los conocimientos ancestrales, con los nuevos avances tecnológicos relacionados con el clima, en sus actividades productivas.

© 2008
Módulo No. 3



COMISION EPISCOPAL DE EDUCACIÓN - CEE
FACILITADORES DE EDUCACIÓN RURAL INTEGRAL ALTERNATIVA -
Red FERIA

La importancia del Clima en la producción agropecuaria
Área Técnica Tecnológica
Nivel Técnico Medio

Elaborado por: Prof. Wilber M. Velazco - CETHA Toropalca
Herminia Ticlla O. - CETHA Toropalca
Agustina Quispe

Revisión: Equipo Nacional de la RED FERIA

Coordinación: Agustina Quispe M.
Equipo Nacional de la RED FERIA

**Revisión de estilo
y diagramación:** Marcelo Vargas
Equipo Nacional de la RED FERIA

Auspiciado por: Broederlijk Delen
Red FERIA - Coordinadora Regional Oruro

**CEAs - CETHAs
de la CRF Potosí:**

- CEA - Chayanta
- CEA - CETHA Toropalca
- CEA - Chiro Q'asa
- CEA - Caripuyo
- CEA - Policapio Colque
- CEA - Pocoata
- CEA - Hnos. Katari
- CEA - Ocurí
- CEA - CETHA Juan Ramón Alcalde
- CEA - CETHA Colquechaca
- CEA - Santa Rita
- CEA - Otuyo
- CEA - Radio Pío XII (fraterno)
- CEA - Yachay Wasi (farterno)

Dirección: Calle Potosí No. 814, Edif. Conferencia Episcopal Boliviana, 5to. Piso
Tel.: 2409000 - 2406882
Fax: 2407145
Email: cee@ceebolivia.net
redferia@bolivia.com
Página Web: www.redferia.org

Octubre de 2008
La Paz - Bolivia

CEA: Centro de Educación Alternativa
CETHA: Centro Educativo Técnico, Humanístico, Agropecuario
CRF: Coordinadora Regional de FERIA

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	4
UNIDAD 1: ¿DEBEMOS TOMAR EN CUENTA EL CLIMA EN LA PRODUCCIÓN?	5
1. Introducción	26
2. La agropecuaria: vital para el desarrollo de un país	9
3. Factores determinantes para la producción	11
4. Agroclimatología	13
5. La atmósfera	18
UNIDAD 2: ELEMENTOS BÁSICOS DE METEOROLOGÍA	25
PARTE I. OBSERVACIONES DE SUPERFICIE	
1. Introducción	26
2. Observaciones de superficie	30
3. Radiación solar	32
4. Temperatura	34
5. Humedad Atmosférica	40
6. Nubosidad	44
7. Precipitación pluvial	49
8. Evaporación	52
9. Presión atmosférica	56
10. Vientos	58
PARTE II. CLIMATOLOGÍA	
1. Introducción	60
2. Tipos de clima	63
3. Clasificación climática ligada a la vegetación	66
4. Observación del clima	66
UNIDAD 3: APLICANDO LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA	69
1. Introducción	70
2. Aspectos generales de la fenología	73
3. Cálculo de índices y valores agroclimatológicos	81
4. Previsión del tiempo	96
BIBLIOGRAFÍA	103
ANEXO	103

Presentación

Estimado participante:

El presente módulo, titulado **“La importancia del clima en la producción agropecuaria”**, ha sido elaborado pensando en ustedes que han priorizado la educación. Una educación al servicio de personas que no se niegan el derecho a culminar sus estudios, que han elegido el camino de la superación, que comprenden que son sujetos, que piensan y sienten, que aseguran la transformación de la sociedad, la comunidad y la familia.

Cada una de las unidades temáticas de este MÓDULO ha sido elaborada y adaptada para nuestra región, de manera que su contenido sea de utilidad en nuestra vida, como responsables de una familia y del rol que ocupamos en la sociedad. El contenido del módulo te brinda información acerca del maravilloso funcionamiento de la atmósfera, sus componentes, su alteración, su aplicación en la producción agrícola y pecuaria; el cuidado del medio ambiente; en suma, un “acercamiento climatológico para mejorar la producción”.

La organización de las unidades tiene tres momentos; el primero, rescata la experiencia, mediante preguntas sencillas; el segundo momento expone los contenidos, acompañado de ilustraciones que facilitan la comprensión; el tercer momento te invita a recordar y analizar lo aprendido.

El Módulo te invita a repasar los conocimientos que posees por experiencia, a profundizar, a reflexionar, a aportar e incluso a cuestionar; lo nuevo, sin duda aún con alguna dificultad, lo irás venciendo con ayuda de los compañeros de grupo y los facilitadores.

Unidad Temática 1

¿Debemos tomar en cuenta el clima en la producción?

Indicadores de Aprendizaje

Valora e integra los conocimientos ancestrales y los conceptos actuales de agroclimatología.

1. Introducción

Los módulos orientan de manera integral sobre lo que es la Agropecuaria. Sin embargo, recordemos algunos conceptos básicos que es preciso retenerlos en la memoria, y de esta manera poder enfocarnos en el tema central del presente módulo.



Respondamos:

1) Escribe con tus propias palabras los que entiendes por:

Agrícola.....
.....
.....

Agropecuaria.....
.....
.....

2) ¿Qué factores toma en cuenta el productor para mejorar el rendimiento de sus cultivos?

.....
.....
.....

3) Observa la siguiente figura:

Parece un logotipo, ¿verdad? ¿Crees que puede servirte para encontrar los factores que te faltó señalar en la anterior pregunta?

.....
.....
.....
.....



4) Conocer cómo será el año, es decir, anticipar el estado del tiempo, por ejemplo, si va a ser un año seco o muy lluvioso. ¿Te parece importante que alguien sepa y pueda comunicarlo a los demás? ¿Por qué?

.....
.....
.....
.....

5) ¿Cómo se guían los agricultores o que elementos de la naturaleza les sirven para afirmar que será un año bueno o malo para la producción agrícola?

.....
.....
.....
.....

7) ¿Crees que las personas mayores de tu comunidad saben predecir el tiempo? ¿Cómo se guían o cómo se guiaban antes?

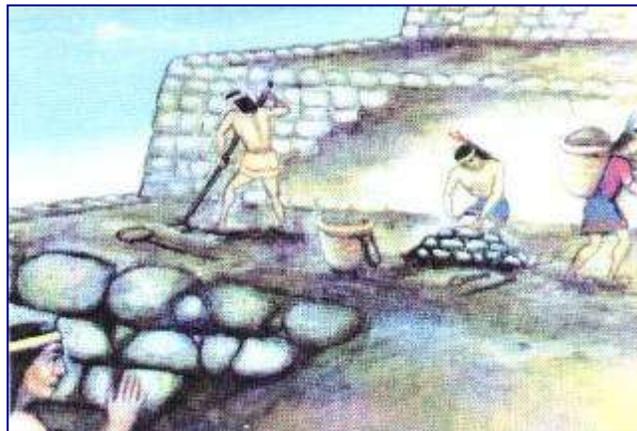
.....
.....
.....
.....

1.1. EXPERIENCIAS DE LOS HABITANTES ANDINOS SOBRE EL ESTADO DEL TIEMPO

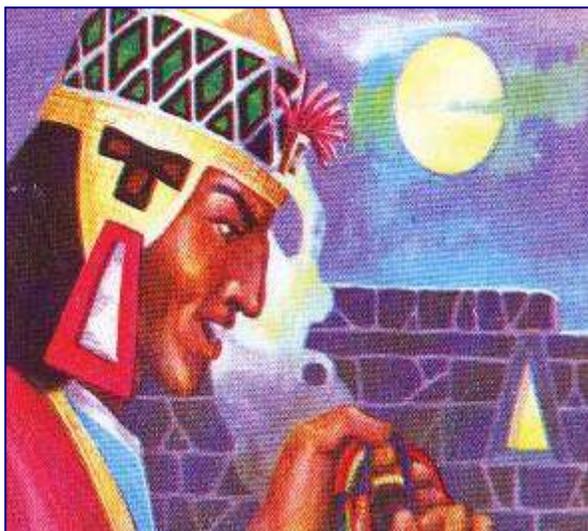
Al igual que muchas culturas del mundo antiguo, las culturas precolombinas de América tenían mucha curiosidad por conocer qué fuerzas movían la naturaleza; pero con un respeto admirable. Para ello recurrieron a la observación paciente y milenaria, para ser transmitida de generación en generación. Este cúmulo de experiencia ha sido y es la riqueza que guardan los pueblos originarios de nuestro continente y en especial en lo que hoy es Bolivia.

1.2. LOS INDICADORES NATURALES

La experiencia que hacíamos referencia, es la fuente de información legada por sus antepasados y que permite a la gente andina ver en la naturaleza cosas que muchas personas las ignoran.



En su cultura, la naturaleza para ellos es como un libro abierto. A esto se suma su innato dominio de lo que le rodea, no por un hecho sobrenatural, sino por que él se ha considerado parte de la naturaleza, la siente, la respeta y la obedece.



Lo poco que hoy se puede rescatar de tan vastos conocimientos sobre la lectura de la naturaleza, se conoce con el nombre de **indicadores naturales**. Entendiéndose como la relación y dependencia que existe entre sucesos naturales (bióticos) y los acontecimientos climáticos futuros (abióticos).

Las respuestas de los seres vivos parecen anticipar lo que vendrá después.

Entre lo que podemos rescatar por falta de información escrita tenemos:

- Aparición o mudanza de los animales silvestres.
- El cantar de los pájaros.
- El retraso o adelanto de la aparición de órganos vegetales.
- Abundancia o escasez de insectos.
- El aullido o emisión de sonidos en animales (zorros).

1.3. LOS ASTROS: OTRA FUENTE DE INFORMACIÓN

Sus conocimientos en este campo iban más allá, porque los astros, como la luna, las estrellas y el sol, eran otra fuente maravillosa de información.

Lo que hoy se conoce como cosmología andina es lo que culturalmente se conoce como el conjunto de saberes que integran al sujeto, al entorno social, la naturaleza, y el cosmos como un todo inseparable y en equilibrio armónico. Lo que le afecta al uno le afecta al otro.

Por tanto, la observación de los astros fue vital para los pobladores andinos: sus siembras, cosechas y nacimientos estaban regidos por el comportamiento de los astros como:

- Fases de la luna.
- Posición de las estrellas.
- Particularidades del sol.

2. La agropecuaria: vital para el desarrollo de un país

La agropecuaria es tan antigua como la humanidad. Desde que el hombre dejó de ser nómada para convertirse en sedentario, empieza con la práctica del agro. Sus primeros pasos fueron rústicos y desconocidos, pero con mucho esfuerzo logró aprender de su experiencia y de la naturaleza, su relación y dependencia es inalterable hasta nuestros días.



Concepto de Agropecuaria:
“Término que engloba el estudio y práctica de lo agrícola y pecuario”.

Unidad 1 ¿Debemos tomar en cuenta el clima en la producción?

El desarrollo y grandeza de un país se apoya plenamente en su potencial agropecuario. La producción agrícola influye en la mejor forma posible y repercute en la economía del país, porque se trata de la explotación de recursos renovables y manejables.

Una enseñanza china dice:

“La prosperidad pública se asemeja a un árbol, la raíz es la agricultura, la industria las hojas; si la raíz enferma caen las hojas, entonces el árbol muere”.

En la actualidad, hay mayor demanda de alimento por el incremento de la población, por tanto se requiere mayor producción, de esta forma el reto está lanzado. Por la migración campo-ciudad aumentan los consumidores en las ciudades y disminuyen los productores, los que quedan buscarán elevar su producción.

2.1. AGRÍCOLA.

Refiere a la explotación de un terreno mediante la implantación de un cultivo.

2.2. AGRICULTURA.

“Nos conduce a la práctica o aplicación de principios que da la agronomía para el manejo racional y eficiente del cultivo”.

La agricultura es, a la vez, una ciencia y un arte: **como arte** enseña el modo de cultivar el suelo, preparar y usar abonos; y **como ciencia**, explica el desarrollo y crecimiento de las plantas y explica a la vez los principios en que descansan las operaciones agronómicas.

La agricultura como arte: “Lo que ha de hacerse”
La agricultura como ciencia: “El porqué de lo que se hace”

2.3. LA AGRONOMÍA

Es una ciencia de servicio y estudio amplio que ayuda a la agricultura. Incluye la planificación, producción, ingeniería, sanidad, construcción, investigación, desarrollo, y extensión, entre otros aspectos. Se relaciona y depende de otras ciencias (Botánica, Zoología, Edafología, Química, Biología, Sociología, Economía, Hidrología, etc).

Unidad 1 ¿Debemos tomar en cuenta el clima en la producción?

2) Relacionamos el clima con las siguientes palabras sueltas:

Subraya las frases que te parezcan que tienen relación con el clima. Más adelante se organizan en grupos y discuten lo que se entiende por clima.

Muchos insectos

Presencia del sol más horas

Contaminación del aire

Día nublado

Día y noche

Transpiración de plantas

Lluvia abundante

Migración de aves

3) Observa las siguientes figuras y explica lo que representa o lo que nos quieren mostrar:



.....

.....

.....

.....

.....

4) ¿Existirá una relación entre el clima y el desarrollo de los cultivos? Menciona de qué manera se relacionan.

.....

.....

.....

.....

.....

4. Agroclimatología

4.1. CLIMA

El clima se entiende como el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una zona geográfica, como ser la temperatura, la presión atmosférica, la humedad, los vientos y precipitaciones.

Y la climatología es el estudio del clima, las condiciones medias y extremas durante largos periodos de tiempo.

4.2. METEOROLOGÍA

La meteorología estudia en forma detallada y científica la atmósfera de la Tierra y establece las características de los fenómenos físicos o **meteoros** que en ella se producen, desde la superficie terrestre hasta el límite superior de la exosfera.

Incluye el estudio de las variaciones diarias de las condiciones atmosféricas (meteorología sinóptica), el estudio de las propiedades eléctricas, ópticas y otras de la atmósfera (meteorología física). La aerología estudio las condiciones atmosféricas a cualquier altura.



4.2.1. Importancia de la meteorología

La meteorología constituye hoy día una técnica importante en toda actividad; el organizar y proporcionar información es fundamental para tomar decisiones en planeamiento y

Unidad 1 ¿Debemos tomar en cuenta el clima en la producción?

explotación de nuestros recursos naturales o de otros servicios importantes, como ser la agropecuaria, transporte, medicina, obras civiles, etc.

4.2.2 Avances de la meteorología

Los estudiosos griegos, como Aristóteles, mostraban gran interés por la atmósfera. Aristóteles escribió un tratado llamado Meteorológica, donde abordaba el “estudio de las cosas que han sido elevadas”, o los fenómenos atmosféricos. El término meteorología deriva del título de esta obra. Los progresos realizados en el descubrimiento de leyes físicas y químicas se vieron estimulados por la curiosidad que despertaban los fenómenos atmosféricos.

Los registros meteorológicos se iniciaron en el siglo XIV. El telégrafo mejoró la transmisión de los datos de todo un país para hacer una predicción del clima.



El desarrollo de la ciencia moderna de la meteorología se produjo a inicios del siglo XX, con los estudios sobre los frentes, y el descubrimiento de la llamada corriente chorro (una corriente de aire de alta velocidad que rodea el planeta a gran altitud.) Con las primeras computadoras, fue posible aplicar las teorías fundamentales de la termodinámica y la hidrodinámica al problema de la predicción climatológica.

Las mediciones exactas se han visto potenciadas por la invención de instrumentos apropiados de observación (radiosonda) y por la organización de redes de observatorios meteorológicos. Hoy se progresa en la predicción meteorológica numérica, y el uso de computadoras genera previsiones en beneficio de la agricultura, la industria y los ciudadanos en general.

4.3. AGROCLIMATOLOGÍA

Es una palabra compuesta, que deriva de tres voces, se ocupa de la interacción entre los factores meteorológicos y la agricultura desde la horticultura y forestal. Incluye una capa del suelo donde se desarrollan las raíces hasta las capas aéreas.

4.4. BIOCLIMATOLOGÍA

Cada clima tiende a producir efectos físicos y psíquicos propios sobre los seres vivos, correspondiendo a la bioclimatología el estudio de las condiciones terapéuticas climatológicas.

La medicina de hoy busca zonas de vida adecuadas, para que las personas que tienen una enfermedad puedan vivir o curarse. Así por ejemplo, los enfermos con tuberculosis pulmonar necesitan el aire de montaña por su sequedad; los enfermos del corazón requieren lugares bajos para una mejor circulación sanguínea; los reumáticos requieren lugares secos. Sin embargo, otras enfermedades se activan debido a la acción de los rayos solares y cósmicos, a la presión atmosférica, al paso de los frentes activos, a los vientos, a la electricidad atmosférica, etc.

Por otra parte, se observa una relación directa entre el vigor mental y la variabilidad climática. Todas las grandes civilizaciones de la Tierra actualmente se encuentran en regiones de climas templados.

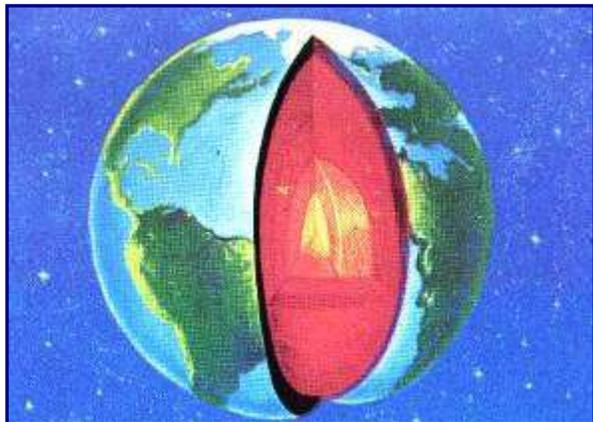
4.5. LA BIOSFERA

La naturaleza, constituida por seres orgánicos (plantas y animales) e inorgánicos (agua, aire, montañas, minerales) es aquella parte donde se desarrolla la vida y solo es una parte de nuestro planeta llamado Tierra. Descubrimos una inseparable interrelación e interdependencia entre el medio ambiente y los seres vivos y entre la naturaleza y la Tierra.

Por eso cuando afectamos la naturaleza afectamos al planeta.

Unidad 1 ¿Debemos tomar en cuenta el clima en la producción?

Para una mejor comprensión del funcionamiento de la Biosfera veamos la Estructura del Planeta Tierra:



Atmósfera: envoltura de aire.

Hidrosfera, formado por agua (mares)

Litosfera, es la corteza dura.

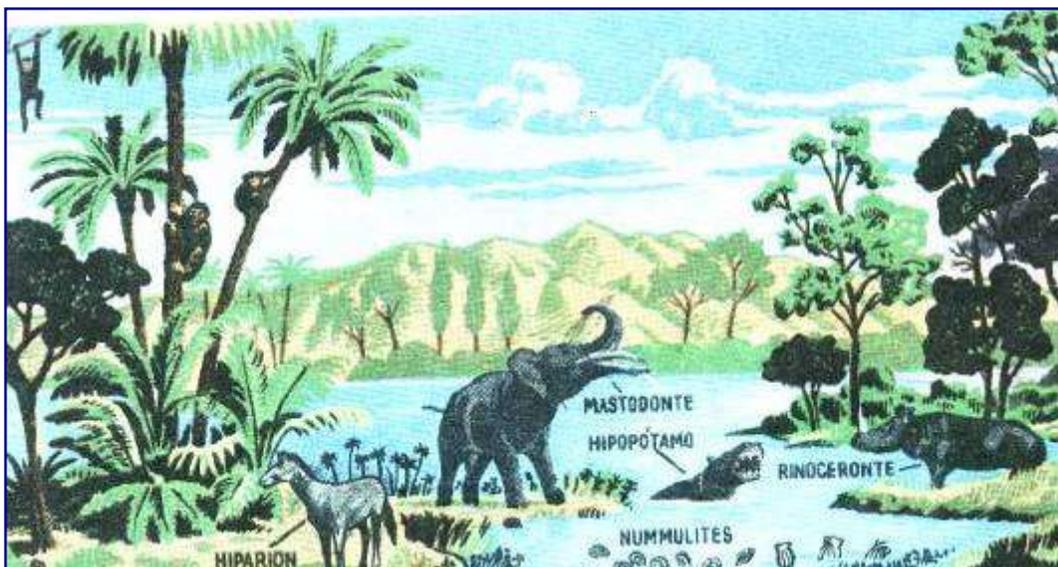
Entre las tres capas se ubica la **Biosfera**, es decir los mares, la superficie de la tierra, y el aire.

LA BIOSFERA: Es una delgada capa de la atmósfera y de la corteza terrestre donde se desarrolla la vida.

La biosfera incluye ríos, mares, montañas, clima, y todos los seres vivos (plantas y animales).

4.5.1. Formación de la Tierra y de la Biosfera

La Tierra se formó hace 4.500 millones de años. La biosfera aproximadamente hace 500 millones de años. Por lo tanto, al comienzo en la Tierra no había vida, porque no había Biosfera. Primero, el planeta tuvo que enfriarse, porque era como una masa incandescente, no había atmósfera, solo gases venenosos.



Primero se formaron los mares, y en su interior empezó algo maravilloso: la vida. También se iba desarrollando la atmósfera, que posteriormente recibió el oxígeno que liberaban los primeros vegetales y que serviría para que los animales terrestres se desarrollaran.

Cuando las condiciones fueron favorables para que desarrollaran todas las formas de vida, se puede decir que se formó la biosfera. Como te das cuenta, tuvo que pasar millones de años. El hombre en su corta existencia (50 a 100 mil años como Homo Sapiens) ha modificado tanto la biosfera que está poniendo en peligro a los otros seres vivos y a sí mismo.

4.5.2. Relación de los seres vivos con el clima

El clima, como conjunto de factores físicos, influye de manera decisiva sobre los seres vivos; plantas y animales se distribuyen de acuerdo a las condiciones climatológicas. Aves y mamíferos poseen mecanismos para mantener su temperatura corporal, aunque cambie la temperatura del medio. Esta posibilidad les permite vivir en zonas de grandes variaciones climáticas.

Especies de insectos se han adaptado a desiertos o a zonas polares; los de regiones cálidas poseen colores claros y brillantes que reflejan la radiación solar, y si su habitat es la nieve, su color es oscuro. Muchas aves y algunos herbívoros se trasladan de un lugar a otro en busca de alimento o mejores condiciones climáticas, para asegurar la especie; tras ellos van sus depredadores.

La sensibilidad no es propia de los animales sino también de las plantas, que responden a los cambios climáticos. La falta de agua, el incremento o el descenso de temperatura hacen a las plantas entrar en estrés, y si la adversidad es severa, mueren.



Respondamos:

1) En el lugar en donde vives, ¿qué cambios o alteraciones ha provocado el hombre a la biosfera?

.....
.....
.....

2) En el mundo, ¿qué cambio o alteración ha provocado el hombre a la biosfera?

.....
.....
.....

3) ¿Crees que las personas con bajos recursos dañan más el medio ambiente que las personas dueñas de grandes recursos llamados ricos? Menciona algunos ejemplos.

.....
.....
.....

5. La atmósfera

Es la capa gaseosa que envuelve a la tierra, la palabra atmósfera viene de dos voces griegas: “atmos” que significa vapor; “sohaira” = esfera. La capa atmosférica es una de las maravillas del mundo, su presencia permite el desarrollo de la vida, porque tiene funciones importantísimas como ser: regula la temperatura, posee los elementos gaseosos indispensables como el oxígeno y anhídrido carbónico.

5.1. COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA

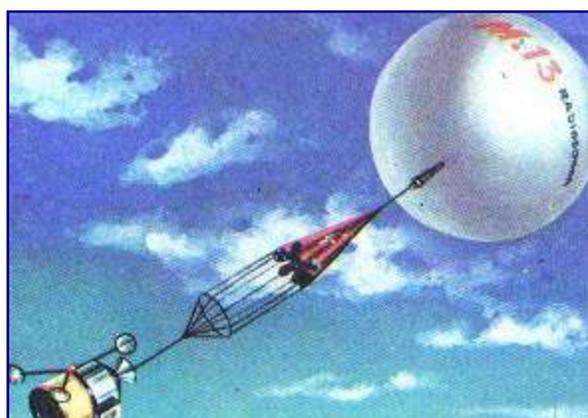
La composición química de la atmósfera, libre y seca de elementos gaseosos, está constituida de la siguiente manera:

Nitrógeno	78,03%
Oxígeno	20,99%
Argón	0,94
Anhídrido carbónico	0,03

En cantidades pequeñas, ínfimas, la atmósfera contiene también hidrógeno, neón, helio, ozono, metano, etc. Otros elementos sólidos son la ceniza volcánica, polvo atmosférico, polen, células descamadas.

5.2. OBSERVACIONES EN LA ATMÓSFERA SUPERIOR

Las mediciones en las capas superiores de la atmósfera se realizan con la radiosonda, instrumento meteorológico ligero que se sujeta a un globo de helio arrastrado por los vientos que lo lleva hasta la atmósfera superior. La radiosonda está equipada con un pequeño transmisor de radio de alta frecuencia capaz de medir la presión, la temperatura y la humedad.



También se utilizan aviones, cuando hay amenaza huracanes o tifones. Otro método de mayor éxito ha sido el empleo de satélites artificiales. Los cuales fotografían y suministran imágenes de modo continuo de los patrones climáticos de más de la mitad de la Tierra, situados en órbitas geoestacionarias a una altitud de unos 35.400 kms. Cualquier estación meteorológica equipada puede recibir sus transmisiones, como en los países ribereños, a los cuales ayuda a mantener una vigilancia continua de las tormentas.

Por desgracia, los patrones fotográficos suministrados por los satélites tienen una utilidad limitada para los métodos modernos de predicción meteorológica.

5.3. MASAS DE AIRE Y FRENTE

Unidad 1 ¿Debemos tomar en cuenta el clima en la producción?

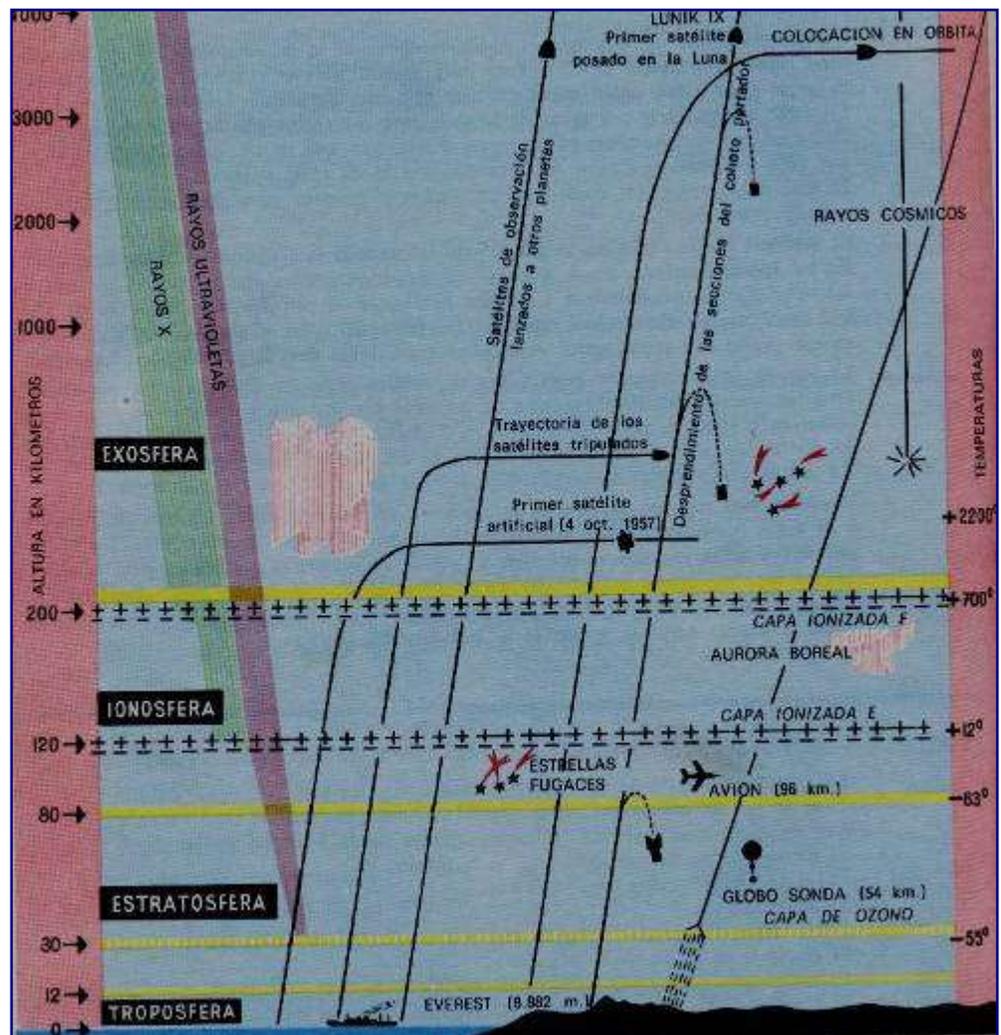
Los meteorólogos suecos, en la I Guerra Mundial), dieron el nombre de **frentes** a zonas donde las masas de aire tropical y polar tienden a juntarse produciendo contrastes térmicos con cambios climatológicos altamente activos.

Las masas continentales de aire polar tienden a descender y se extienden por debajo de las masas tropicales marítimas cálidas, que son empujadas hacia arriba y se enfrían por expansión, lo que produce precipitaciones. Las masas de aire tropical marítimo que se forman sobre los océanos a unos 30° latitud N y S, producen precipitaciones en latitudes medias y altas.

5.4. ESTRUCTURA DE LA ATMÓSFERA

Aproximadamente la altura de la atmósfera es de 1.200 a 1.500 Km. Según su función y condiciones se la divide en cinco regiones

a) Troposfera (Tropos = cambio, mudanza). Se eleva hasta los 12 Kms. Comprende el 75 % del peso total del aire y en ella se encuentra casi el total de la humedad atmosférica. Es una zona de perturbaciones atmosféricas, el aire está en continuo movimiento, se producen la mayoría de los fenómenos físicos o meteoros: vientos, tormentas, lluvias y ciclones.



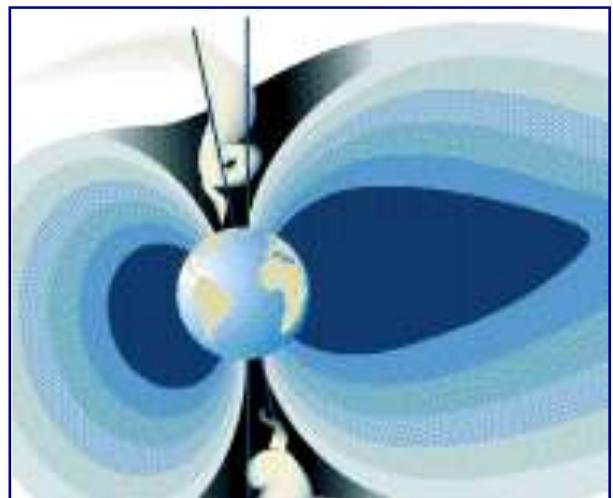
El límite inferior está constituido por la Biosfera. El límite superior se denomina tropopausa, con una temperatura de $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

b) Estratosfera. Se eleva desde los 12 hasta los 50 Kms. Zona de calma y estable, con escaso movimiento de aire. La escasa humedad rara vez forma nubes, llamadas nacaradas o irisadas, de lento movimiento. La concentración de polvo es baja, procedente de erupciones volcánicas. El límite superior o estratopausa alcanza temperaturas mayores a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

c) Mesosfera. Se extiende desde los 50 hasta los 85 Kms. Zona de transición, en ella se forma el ozono (O_3) por acción de la radiación solar que disocia las escasas moléculas de vapor de agua. El oxígeno (O_2) se transforma en ozono por equilibrios fotoquímicos. En el límite superior o mesopausa desciende la temperatura a $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

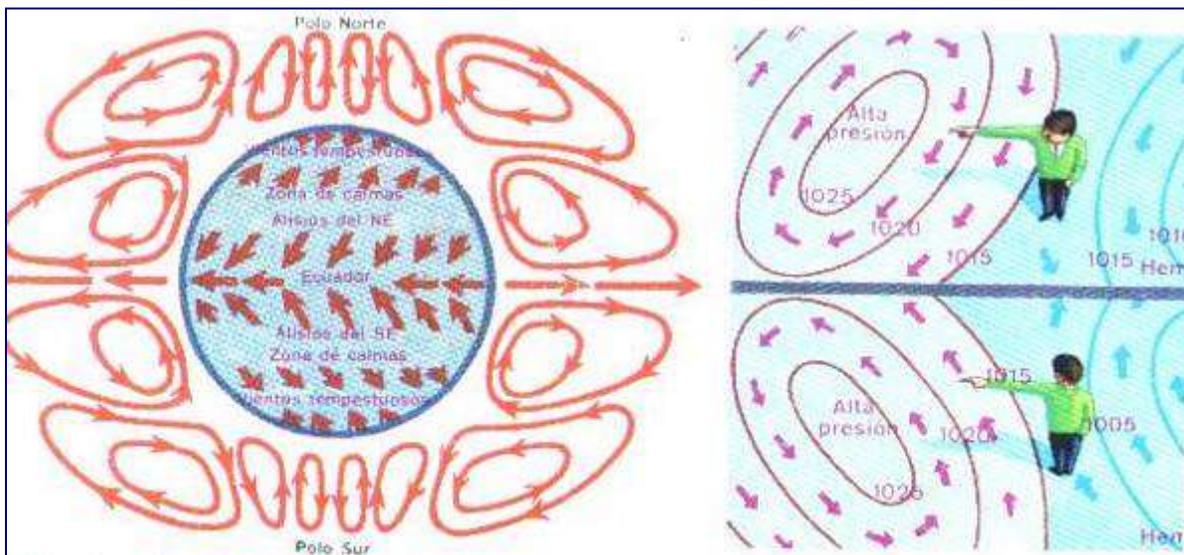
d) Ionósfera. Desde los 85 hasta los 350 Kms. Zona fuertemente ionizada, en ella se reflejan las ondas hertzianas, cortas (emisiones radiofónicas) En esta parte de la atmósfera se registran altas temperaturas, que aumenta gradualmente hasta los $1.500\text{ }^{\circ}\text{C}$.

e) Exósfera. Abarca desde los 350 hasta los 1.200 Kms. Es la zona externa y la de mayor grosor, y constituye la barrera a la incesante llegada de rocas y polvo cósmico que se combustiona al ingresar en la atmósfera. Según investigaciones, la tierra experimenta un aumento de peso entre 5.000 a 10.000 toneladas por día.



5.5. CIRCULACIÓN DE LA ATMÓSFERA

La causa de todos los movimientos atmosféricos es el calentamiento desigual de la superficie terrestre por el sol. La mayor parte del calor y la luz inciden sobre las regiones ecuatoriales y sólo una pequeña parte va a parar a las zonas polares. La circulación atmosférica produce la transferencia de calor desde las regiones más cálidas hacia los polos.



En los trópicos, la circulación atmosférica sigue un patrón meridional, llamado célula tropical de Hadley, en el que el aire desciende en cinturones situados en torno a los 30° de latitud Norte y los 30° de latitud Sur respecto del ecuador y asciende en las inmediaciones del mismo.

A latitudes medias y altas, los rasgos más notables de la circulación atmosférica son los ciclones y anticiclones migratorios.



Actividades:

Apliquemos nuestros conocimientos y experiencias:

1) Luego de compartir algunos conocimientos del clima, ¿te parece importante tomar en cuenta la información que brinda la meteorología? ¿Por qué?

.....
.....
.....
.....

2) ¿Qué diferencia existe entre Biosfera y Bioclimatología?

.....
.....
.....
.....

3) Los agricultores que no cuentan con información de algún observatorio metereológico, ¿de qué forma se valen para “medir” algunos elementos del tiempo?

.....
.....
.....
.....

4) ¿Cuáles son los factores que intervienen en la producción?

.....
.....
.....
.....
.....

5) De los factores mencionados, ¿cuál estamos profundizando? ¿Por qué?

.....
.....
.....
.....

4) La interrelación entre la meteorología y la agricultura se refiere a:

- a) La meteorología
- b) La biosfera
- c) La agroclimatología
- d) La climatología
- e) Ninguno

5) ¿La atmósfera de qué elementos está compuesto y en qué proporciones?

.....
.....
.....
.....
.....

6) ¿En la atmósfera qué elementos del tiempo o “meteoros” se encuentran?

.....
.....
.....
.....
.....

Unidad Temática **2**

Elementos básicos de meteorología

Indicadores de Aprendizaje

Conoce y utiliza los elementos básicos de meteorología importantes para la producción agropecuaria.

Parte 1. Observaciones de superficie

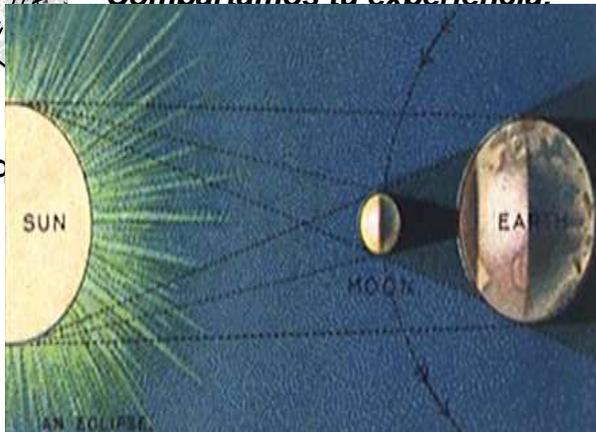
1.1. INTRODUCCIÓN



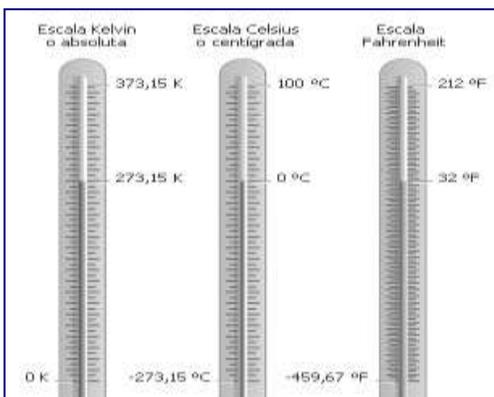
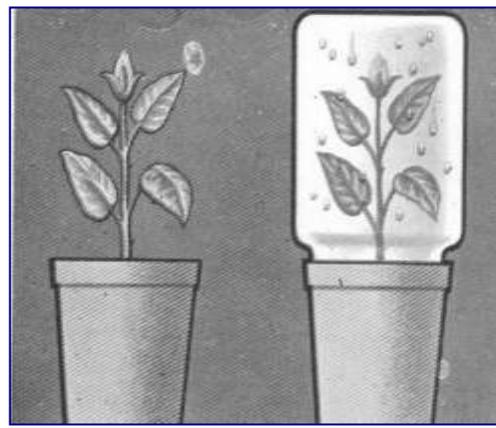
Compartamos tu experiencia:

1)

a c



con la ayuda de ellas explica en tus palabras algunos conceptos que te nombramos más abajo:



Radiación solar:

.....
.....
.....

Precipitación pluvial:

.....
.....
.....

Temperatura:

.....
.....
.....

Nubosidad:

.....
.....
.....

Evaporación:

.....
.....
.....

Vientos:

.....
.....
.....

2) De los fenómenos climatológicos que acabas de mencionar, detalla en que época del año ocurren y cuál es su período.

Precipitación pluvial:

.....

Mayor y menor temperatura:

.....

Nubosidad:

.....

Evaporación:

.....

Vientos:

.....

3) En nuestro departamento es usual que la temperatura baje, pero cuando baja demasiado es perjudicial para los cultivos, ¿cómo se llama este fenómeno?

.....

.....

.....

.....

4) Así mismo, en el departamento de Potosí y en cualquier otra región existe años donde la precipitación disminuye bastante y también es perjudicial para los cultivos, ¿cómo se llama este fenómeno?

.....

.....

.....

.....

5) De todos los fenómenos climatológicos nombrados, ¿cuál es el que más daño provoca a los cultivos de la región en que vives?

.....

.....

.....

6) ¿Se hace algo en tu región para atenuar los daños que provocan los fenómenos que acabas de mencionar en la pregunta anterior?

.....
.....
.....
.....

7) En tu comunidad, las personas mayores como tus padres, gracias a su experiencia, tienen la facultad de predecir el tiempo, o sea saben que fenómeno climatológico ocurrirá. Comparte en forma detallada qué fenómenos pueden predecir y qué elementos naturales (biológicos) utilizan para asegurar que se acerca una lluvia, un granizo, una helada, etc.

.....
.....
.....
.....

8) ¿Cómo se llevan a cabo las precipitaciones? Explica el ciclo del agua.

.....
.....
.....
.....

9) ¿Cuántas veces más grande es el sol que la tierra? Escoge una respuesta:

5 veces 10 veces 20 veces 50 veces 100 veces

10) Cada día el sol provee a la tierra de algo fundamental para la vida. ¿Qué es?

.....
.....
.....

1.2. OBSERVACIONES DE SUPERFICIE

Las observaciones hechas a nivel del suelo son más numerosas que las realizadas a altitudes superiores. Incluyen la medición de la presión atmosférica, la temperatura, la humedad, la dirección y velocidad del viento, la cantidad y altura de las nubes, la visibilidad y las precipitaciones (la cantidad de lluvia o nieve que haya caído).

Los avances tecnológicos han desarrollado instrumentos meteorológicos electrónicos. Uno de estos instrumentos es el radar meteorológico, que hace posible la detección de huracanes, tornados y otras tormentas fuertes.

Los elementos del tiempo, también llamados fenómenos físicos o meteoros que caracterizan el estado del tiempo son:

- Radiación solar
- Temperatura
- Presión atmosférica
- Nubosidad
- Precipitación pluvial
- Evaporación
- Vientos
- Otros meteoros

Todos estos fenómenos son registrados para su estudio. Se miden y registran en instrumentos, los cuales son ubicados en observatorios meteorológicos.

A) Estaciones meteorológicas

Si bien es cierto que las estaciones contienen los instrumentos, por la importancia que hoy en día se les da éstos se han convertido en verdaderas bases donde se obtienen datos y se elaboran, como los mapas y cartas de tiempo, y se realizan las predicciones.

Según su función e importancia se dividen en Estaciones:

- Sinópticas
- Climatológicas
- Meteorológicas aeronáuticas
- Meteorológicas para la agricultura
- Especiales

Las **sinópticas** están destinadas para el pronóstico del tiempo actual, en mapas o cartas sinópticas.

Las **climatológicas** determinan todos los elementos del tiempo en base a información de largos periodos.

Las **aeronáuticas** se dedican especialmente a pronosticar para fines de aviación.

Las **agrícolas**, como su nombre lo indica, brindan información para fines agropecuarios.

Las **especiales** determinan fenómenos particulares, como la radiación, para lo cual se utilizan radares.

B) Características de las estaciones y las lecturas

La Organización Mundial de Meteorología (OMM) recomienda: Distancia entre estaciones 150 Kms, representatividad de la región, dimensión 6 x 9 ms, lejos de edificios y árboles, nunca en ondonadas o colinas, mantener la ubicación instrumental por un largo periodo.

El Servicio Nacional de Meteorología recomienda realizar las siguientes lecturas: 0800 - 1200 - 1400 - 1800 horas (reloj de 24 horas: las 0800 equivale a las 8:00 a.m).



C) Interpretación de la información meteorológica

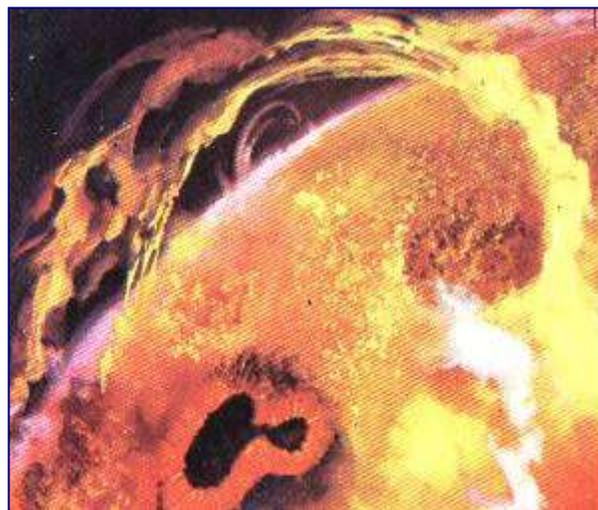
Los datos deben tomarse a la hora establecida y con la precisión adecuada. Para ello, se tienen planillas que indican la fecha y la hora de lectura de los instrumentos.

Además, se cuenta con promedios diarios, mensuales y anuales. Para el diario sirven las cuatro lecturas diarias, para la mensual los 28 o 31 valores del mes y para la anual los 12 valores mensuales.

1.3 RADIACIÓN SOLAR

El sol es la fuente de la radiación solar. A manera de un gigantesco horno aparentemente inagotable y eterno en el tiempo nos provee de la energía para el desarrollo de los seres vivos.

El sol es una estrella luminosa, centro de nuestro sistema planetario. A una distancia media de la tierra de 149.600.000 kms, tiene 12.742 kms de diámetro medio, o sea 109,5 veces superior al de la Tierra.



La temperatura en la capa periférica alcanza los 6.100 °C.

El 80 % de los elementos químicos identificados en el sol son los mismos existentes en la tierra. Por orden de importancia el sol contiene: hidrógeno, helio, oxígeno, otros metales y compuestos.

Físicamente el sol está compuesto de núcleo, fotosfera, capa inversora cromosfera y corona.

A) Energía solar

La energía que emite el sol, llamada radiación solar, es un proceso físico que transmite en forma de ondas electromagnéticas de distinta longitud.

- a) Los rayos caloríficos o térmicos no son visibles.
- b) Los rayos luminosos, son visibles (onda corta: rojo, amarillo, anaranjado; larga violeta, azul).
- c) Los rayos ultravioletas, no son visibles.

La transmisión de la radiación solar se realiza en el vacío, en línea recta y a una velocidad de 300.000 Km/s. La radiación solar que llega a la Tierra es en promedio de 4 % ultravioleta, 44 % visible y 52 % infraroja.



Para medir la cantidad de energía calorífica que se recibe o se gasta se utiliza la caloría, unidad que se requiere para elevar la temperatura 1° C de un gramo de agua (1 cal = 4,18 joules).

Se llama constante solar al número de calorías-gramo por minuto que recibe la Tierra (superficie) por centímetro cuadrado. En término medio, su valor alcanza 1,94. Del total de la radiación solar que recibe la Tierra una parte, del 34 al 43 %, se refleja (Albedo); mientras que la parte absorbida por la atmósfera es del 15 % y 43 % por el suelo. Los rayos ultravioletas son absorbidos por el ozono.

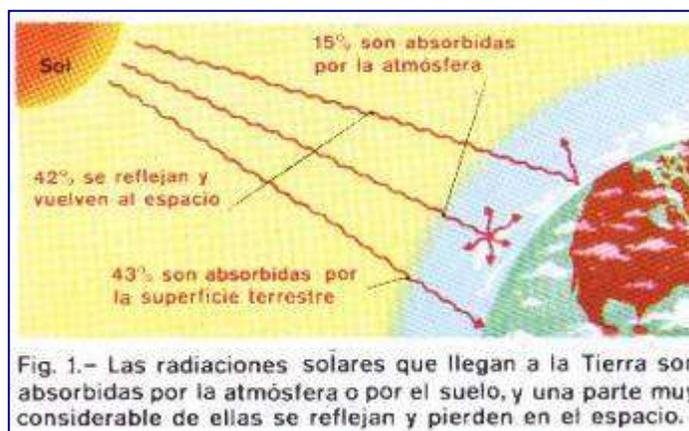


Fig. 1.- Las radiaciones solares que llegan a la Tierra son absorbidas por la atmósfera o por el suelo, y una parte muy considerable de ellas se reflejan y pierden en el espacio.

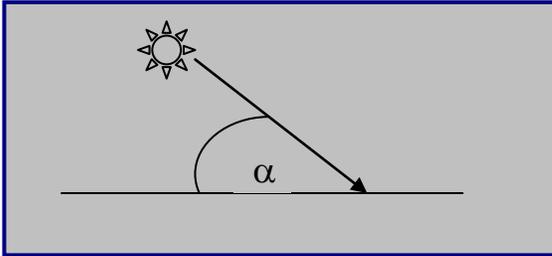
B) Intensidad solar

La energía recibida depende de la inclinación de los rayos solares y de la duración del día. El primer caso se calcula utilizando la fórmula:

$$I = I_0 \text{ sen } \alpha$$

Donde: I_0 = constante solar $2.0 \text{ cal/cm}^2/\text{min}$

$\text{Sen } \alpha$ = ángulo de inclinación rayos solares con respecto a la superficie.



Calculemos para un ángulo de 50°

$$I = 2 \text{ cal/cm}^2/\text{min} * \text{sen } 50^\circ$$

$$I = 2 \text{ cal/cm}^2/\text{min} * 0,766$$

$$I = 1,532 \text{ cal/cm}^2/\text{min}$$

El resultado quiere decir que en un centímetro cuadrado de superficie por minuto se recibe 1,532 calorías cuando los rayos solares forman un ángulo de 50° . El calor es una forma de energía, y como tal puede pasar de una forma a otra sin destruirse, puede acumularse en forma de energía cinética u otra forma.

No debemos olvidar que **1 Kcal = 1.000 cal**. Entonces si nos piden transformar 3.500 cal sencillamente dividimos entre 1.000 y el resultado sería 3,5 Kcal.

C) Instrumental de medición

El Actinógrafo, es de lectura registrada, mediante sistema de relojería o eléctrico. Utiliza una banda bimetálica ennegrecida de diferente coeficiente de dilatación.

1.4. TEMPERATURA

Se entiende por temperatura al valor de la cantidad de calor, que se mide en un momento determinado; es decir, la temperatura es un valor numérico que solo sirve para indicar la cantidad de calor.

Cuando un cuerpo se calienta, se dilata y cuando se enfría se contrae. Esta propiedad se utiliza para definir la escala termométrica. Se puede medir el calor de un cuerpo, que en nuestro caso puede ser el aire, suelo y agua.

A) Escala y transformación termométrica

Cuando un cuerpo se calienta, se dilata; y al enfriarse, se contrae. Este es el fundamento para una escala de temperaturas. El instrumento utiliza un líquido que puede ser: agua, alcohol, mercurio, etc. Según su naturaleza la temperatura del hielo fundente marca el calor de 0 y a la ebullición del agua como 100. Existen varias escalas termométricas, para establecer su relación se utiliza las siguientes relaciones:

$$\frac{^{\circ}\text{C}}{100} = \frac{^{\circ}\text{R}}{80} = \frac{^{\circ}\text{F}-32}{180} \quad \text{ó} \quad \frac{^{\circ}\text{C}}{5} = \frac{^{\circ}\text{R}}{4} = \frac{^{\circ}\text{F}-32}{9}$$

°C= centígrada

°F= Fahrenheit

°R= Reamur

Ejemplo 1: convertir 70 ° F a ° C.

Se toma solo dos fórmulas:

$$\frac{^{\circ}\text{C}}{5} = \frac{^{\circ}\text{F}-32}{9}$$

Como no hay otro signo, los dividendos pasan a la otra ecuación a multiplicar:

$$^{\circ}\text{C} = \frac{(^{\circ}\text{F}-32)}{9} \cdot 5$$

Reemplazamos °F por el valor 90°

$$^{\circ}\text{C} = \frac{(70^{\circ}-32)}{9} \cdot 5$$

Realizando operaciones:

$$^{\circ}\text{C} = 21,1$$

B) Valores de las temperaturas

B.1. Temperaturas máximas y mínimas

En cualquier lugar se registran temperaturas máximas y mínimas debido al enfriamiento nocturno del planeta, y el calentamiento diurno, alcanzando valores extremos al amanecer y máximos después de medio día.

B.2 Temperatura media diaria, mensual y anual

Es un valor representativo de la temperatura. Se obtiene promediando las cuatro lecturas del día o los valores máximo y mínimo:

$$T_{med} = \frac{\sum X_n}{n} \quad \text{ó} \quad T_{med} = \frac{T_{max} + T_{mín}}{2}$$

Veamos un ejemplo, las temperaturas registradas (Potosí) son:

0800 7°C 1200 14°C 1400 17°C 1800 13°C

Aplicando la primera fórmula:

$$T_{med} = \frac{\sum X_n}{n}$$
$$T_{med} = \frac{7\text{ °C} + 14\text{ °C} + 17\text{ °C} + 13\text{ °C}}{4}$$

$$T_{med} = 12,75\text{ °C}$$

Con la segunda fórmula:

$$T_{med} = \frac{T_{max} + T_{mín}}{2}$$

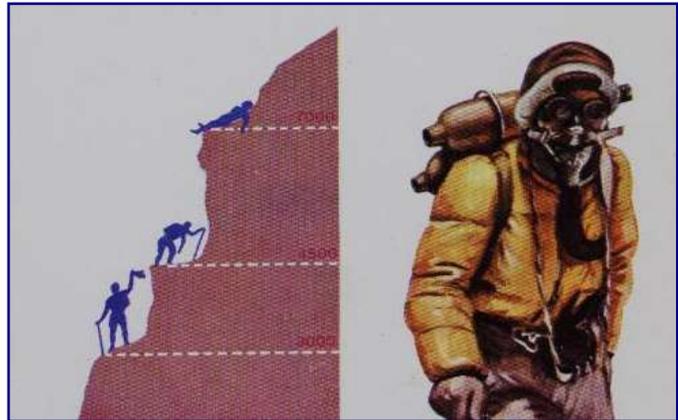
$$T_{med} = \frac{17\text{ °C} + 7\text{ °C}}{2}$$

$$T_{med} = 12\text{ °C}$$

La temperatura media mensual se obtiene promediando las temperatura media diaria de los días que tiene el mes. Mientras que la media anual se obtiene promediando la temperatura media mensual de los doce meses

C) Variación de la temperatura con la altura

La altura provoca un efecto inverso a la latitud en el incremento de la temperatura, porque a medida que nos acercamos a línea del Ecuador la temperatura va en aumento. Esto ocurre con el altiplano Boliviano, por la latitud, las temperaturas deberían ser elevadas, sin embargo por la altura se registran temperaturas bajas.

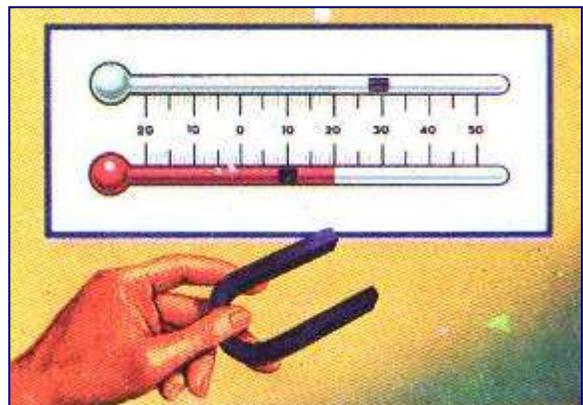


Esto se debe principalmente a la escasez de humedad y a la variación en la presión atmosférica. Se ha calculado en promedio que la temperatura disminuye en $0,56^{\circ}\text{C}$ por cada 100 metros de incremento en la altura.

D) Variación de la temperatura

La variación de la temperatura es más notoria en el día y en año. La diaria se ve afectada por la entrada y salida del sol. La anual en nuestro hemisferio demuestra un comportamiento de ascenso en verano y decremento en invierno.

Se utiliza el nombre de helada cuando las temperaturas son igual o inferiores a 0°C .



Los **instrumentos de medición** son los termómetros y termógrafos.

Para la observación de la temperatura se emplean diferentes termómetros, el más usado es el de mercurio. Debe situarse fuera del alcance de los rayos solares durante el día y proteger del contacto de paredes y suelo para obtener valores representativos. El termómetro de

máxima y mínima tiene gran difusión porque temperaturas máximas o mínimas registradas se mantienen, ese valor puede darse en horas inaccesibles para el observador.



Respondamos:

Apliquemos nuestros conocimientos y experiencias

1) ¿Aparte de lo importante que provee el sol para la agricultura, qué otros usos se le da la energía del Sol?

.....
.....
.....
.....

2) De los rayos que envía el sol, ¿cuál provoca daños en la piel?

- a) *Rayos luminosos*
- b) *Rayos calóricos*
- c) *Rayos ultravioletas*
- d) *Rayos infrarrojos*

3) Cuando el cielo está cubierto de nubes, ¿qué sucede con la radiación solar?

- a) *Se refractan*
- b) *Se filtran*
- c) *Se reflejan*

4) Si el Sol se encuentra en el Zenit, ¿cuántas cal/cm²/min. se recibe? Utiliza la fórmula.

.....
.....

5) Convierte: calorías a kilocalorías.

- a) 4.320 calorías a kilocalorías

b) 1,372 kilocalorías a calorías

6) La temperatura es un valor numérico que representa la cantidad de:

- a) Grados
- b) Energía
- c) Calor

7) Transformar °F a °C

a) 70°

b) 45°

8) Transformar °C a °F

a) 18°

b) 24°

9) Con los datos de temperatura del mes marzo para la localidad de Puna calcular la media del mes.

8:00 12:00 14:00 18:00

8:00 12:00 14:00 18:00

8:00 12:00 14:00 18:00

7,9	19,3	21,4	17,5	8,1	19,3	21,4	17,5	7,9	19,3	21,4	17,5
7,6	19,3	21,4	17,5	8,0	19,3	21,4	17,5	7,9	19,3	21,4	17,5
7,6	19,3	21,4	17,5	8,2	19,3	21,4	17,5	7,9	19,3	21,4	17,5
7,8	19,3	21,4	17,5	7,9	19,3	21,4	17,5	7,9	19,3	21,4	17,5
7,5	19,3	21,4	17,5	7,9	19,3	21,4	17,5	7,9	19,3	21,4	17,5
7,8	19,3	21,4	17,5	7,8	19,3	21,4	17,5	7,9	19,3	21,4	17,5
7,6	19,3	21,4	17,5	8,2	19,3	21,4	17,5	7,9	19,3	21,4	17,5
7,8	19,3	21,4	17,5	7,9	19,3	21,4	17,5	7,9	19,3	21,4	17,5
7,5	19,3	21,4	17,5	7,9	19,3	21,4	17,5	7,9	19,3	21,4	17,5
7,8	19,3	21,4	17,5	7,8	19,3	21,4	17,5	7,9	19,3	21,4	17,5

10) Se afirma que la temperatura varía con la altura. Calcula la temperatura de la ciudad de Potosí, que está a una altura de 3.970 metros (en la estación de ferrocarril), cuando en la localidad de Vitichi, que está a una altura de 2.950 ms. se tiene una temperatura de 19 ° C.

.....

.....

.....

11) Aún cuando no dispongas de información, escoge a criterio la temperatura media que representa tu región:

De 8-12 °C de 13-15 °C de 16-20 °C de 21-25 °C

1.5. HUMEDAD ATMOSFÉRICA

El estado del aire, con respecto a la cantidad de vapor de agua que contiene se llama humedad. La evaporación de los mares, aguas continentales y otros como la transpiración de plantas y animales constituyen la principal fuente de la humedad atmosférica.

A) Expresión de la humedad atmosférica

A.1. Humedad absoluta

Poco utilizada, expresa la humedad en gramos de vapor de agua contenido en un metro cúbico de aire (gr/m^3).

Se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$Ha = 217 \frac{T_v}{^{\circ}T}$$

Donde: Ha = Humedad absoluta expresada en gr/m^3
 T_v = Tensión de vapor de agua expresada en mm o mb
 $^{\circ}T$ = Temperatura del aire expresada en $^{\circ}\text{K}$

A.2. Humedad relativa

Es el porcentaje de vapor de agua que tiene el aire, respecto al máximo que es capaz de contener (en volumen y temperatura similar).

Se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$Hr = \frac{Ha}{Hm} \times 100$$

Donde: Hr = Humedad relativa expresada en porcentaje
 Ha = Humedad absoluta expresada en gr/m^3
 Hm = Humedad máxima expresada en gr/m^3

La cantidad máxima de vapor de agua que puede contener 1 m^3 de aire depende de la temperatura del aire en estado de saturación, así tenemos:

Temperatura ambiente:	-30 $^{\circ}\text{C}$	20 $^{\circ}\text{C}$	40 $^{\circ}\text{C}$
Cantidad máxima en gramos:	0,35	17,19	50,8

A.3. Punto de rocío

Se denomina así cuando el aire ya no puede contener más vapor de agua, entonces se condensa en forma de gotas. Entendiéndose como el punto de saturación máxima a una temperatura determinada.

A.4. Tensión de vapor de agua

Expresa la presión que alcanzaría el vapor de agua si ocupara él sólo el mismo recinto; o sea, es la fuerza de expansión que posee el vapor. Se expresa en mm de mercurio o en mb (milibares).

Para el cálculo de la tensión de vapor se recurre a los datos registrados por el psicrómetro, que consiste en dos termómetros, uno con bulbo seco, el otro con bulbo húmedo. Se ubica las temperaturas en tablas (anexo 1), determinándose valores en mm. Veamos a continuación un ejemplo:

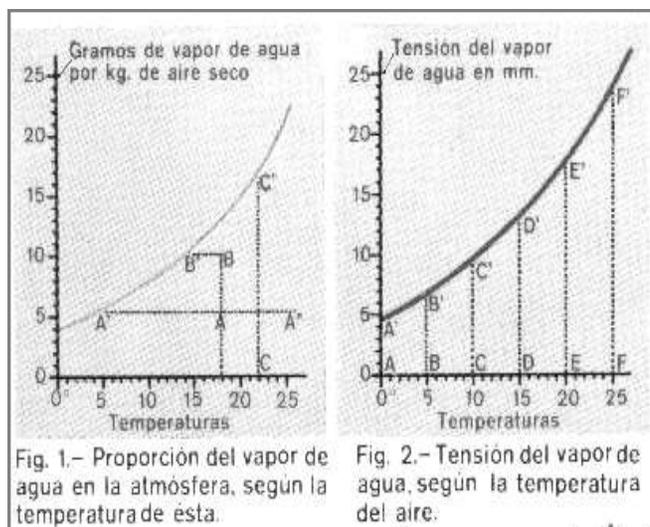
Temperatura bulbo seco (t) = 19,2 °C Valor tabla para t = 16,52 mm

Temperatura bulbo húmedo (t') = 12,1 °C (VER ANEXO)

Restando las temperaturas tenemos 7,1 °C Valor tabla $t - t' = 4,21$ mm

La tensión de vapor de agua será: $t - t' \rightarrow 16,52 - 4,21 = 12,31$ mm

A.5. Determinación de la humedad relativa mediante el psicrómetro



Con los valores registrados por el psicrómetro, se determina la humedad relativa de la siguiente forma:

Utilizando los valores $t - t' = 4,21$ mm y la temperatura del bulbo húmedo = $12,1$ °C se ubica en la tabla (ver anexo) entonces: **Hr = 58 %**

A.6. Determinación de la humedad relativa mediante las fórmulas

Con los datos del ejemplo anterior, primeramente calcularemos la humedad absoluta:

$$Ha = 217 \frac{Tv}{^{\circ}T} = 217 \frac{12,31}{292,2} = 9,14 \text{ gr/m}^3$$

Los $292,2$ ° K se transformó en $19,2$ °C a °K

Reemplazando en la fórmula:

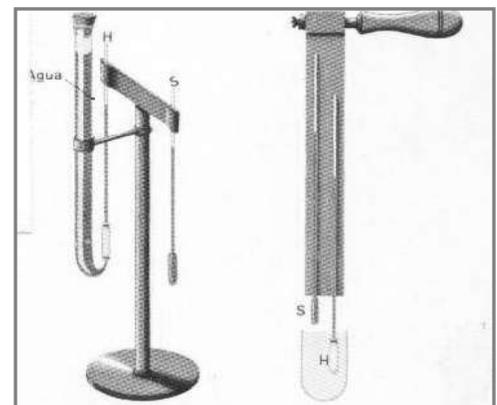
$$Hr = \frac{Ha}{Hm} \times 100 = \frac{9,14 \text{ gr/m}^3}{16,85 \text{ gr/m}^3} \times 100 = 54 \%$$

El valor de $16,85$ se obtiene de los valores máximos de humedad a distintas temperaturas. Como se observa, existe una leve variación entre los dos cálculos.

B) Instrumental de medición.

El instrumento que se utiliza más a menudo en los observatorios meteorológicos es el higrómetro, conocido como psicrómetro, consiste en dos termómetros: uno mide la temperatura con el bulbo seco y el otro con el bulbo húmedo.

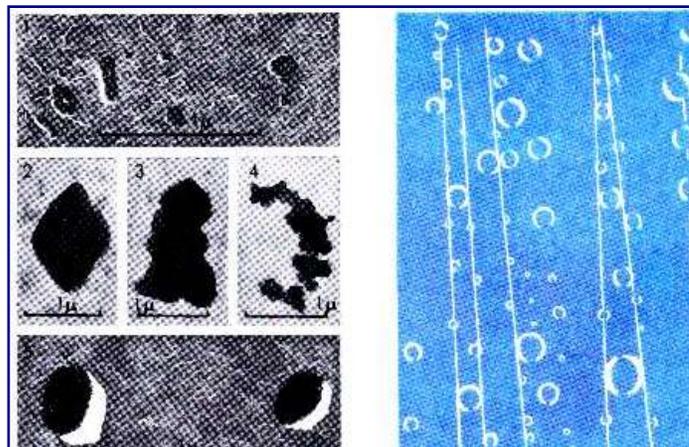
También existe el higrógrafo, que es un instrumento de registro automático de la humedad relativa. Consta de un haz de cabellos desengrasados, que varía de longitud por la mayor o menor humedad.



1.6. NUBOSIDAD

Con este nombre se designa a las masas condensadas de vapor de agua, ya sean nubes o nieblas, según a qué altura se eleven sobre el nivel del suelo.

Las nubes son pequeñísimas gotas de agua que se forman gracias a los núcleos de condensación que son partículas de polvo en el aire. Se originan por el enfriamiento del aire, donde la humedad relativa elevada alcanza el punto de rocío.

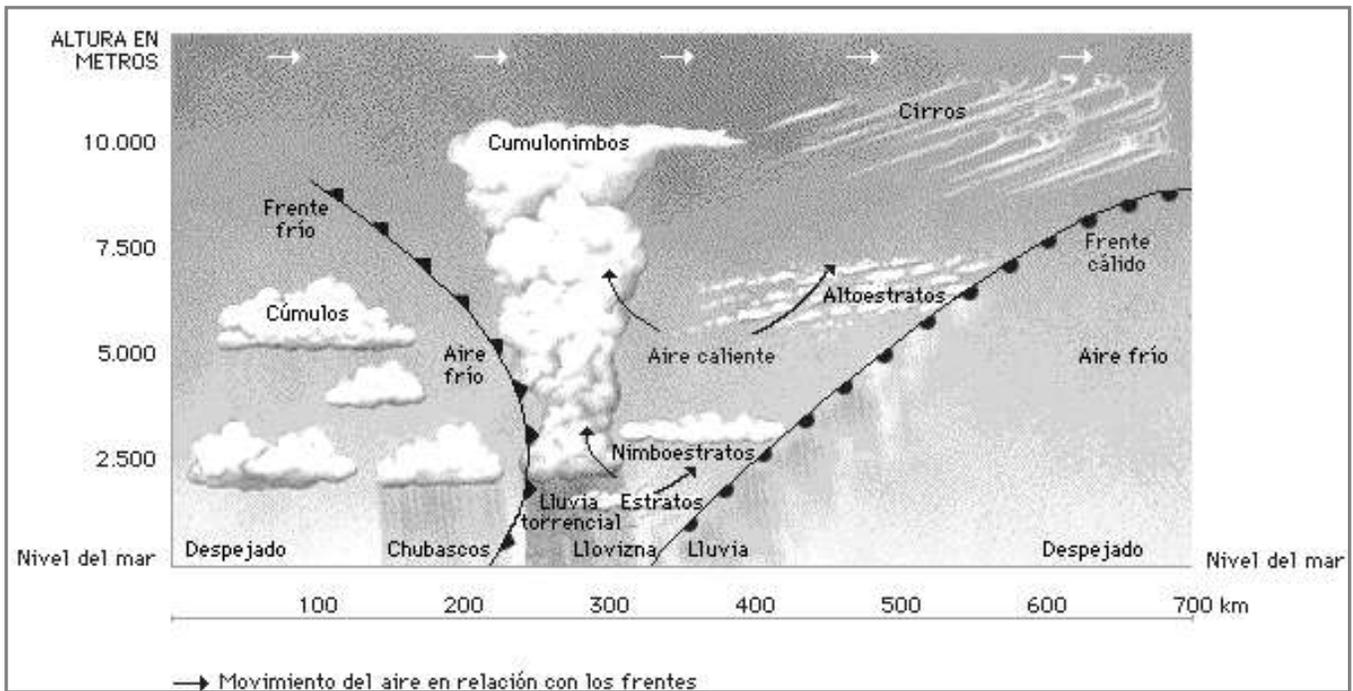


La suspensión de tales gotitas en el aire es aparente, continuamente van cayendo a causa de su peso, el aire las resiste, y una brisa o una leve corriente las devuelve a su lugar. Si su caída no es interrumpida al llegar a capas de aire con temperatura más elevada se vaporiza nuevamente. La resistencia del aire es inversamente proporcional al radio de la gotita que mide 0,01 mm., pudiendo alcanzar una velocidad de 1,3 cm/seg., es decir, su caída es lenta.

A) Clasificación de las nubes

Inicialmente, las nubes se clasifican en tres tipos de acuerdo a la altura: altas, medias y bajas. Según la nomenclatura internacional se clasifican en cuatro formas fundamentales:

- **Cirrus (Ci):** nubes filamentosas o fibrosas, blanquísimas, sin sombras.
- **Cúmulos (Cu):** redondeadas o globosas, con sombras y de bordes muy brillantes.
- **Estratos (St):** extendidas en capas uniformes y continuas.
- **Nimbos (Nb):** en formaciones densas, oscuras y confusas, presagio de lluvia.



La combinación de los cuatro grupos mencionados (introducida por Abercromby y Hildebrandsson) da lugar a los siguientes 10 tipos reconocidos oficialmente:

Tipo	Características	Tipo	Características
1. Cirrus	Nube de pluma	6. Estratocúmulos	Nube de capa baja
2. Cirrocúmulos	Corderitos	7. Estratos	Nube de lluvia
3. Cirrostratos	Nube de velo	8. Nimbostratos	Nube de montón
4. Altocúmulos	Corderitos grandes	9. Cúmulos	N. de capa montón
5. Altostratos	Nube de capa media	10. Cumulonimbo	Nube de tempestad

B) Grado de nubosidad

Es la fracción de cielo cubierto en un momento dado. En la escala de 0 a 8, el 0 corresponde a cielo totalmente despejado, el 8 a cielo totalmente cubierto.

C) Instrumental de medición

El instrumento de lectura automática es el Heliógrafo, consta principalmente de una bola maciza de cristal que a manera de lupa



quema una tira de cartulina dividida en horas. Por este principio se determina las horas efectivas de presencia del sol.



Respondamos :

Apliquemos nuestros conocimientos y experiencias:

1) En el ambiente (aire) en que nos encontramos en el momento, ¿cuánto de humedad habrá? (Expresa en porcentaje).

.....
.....
.....

2) El valor en porcentaje que anotaste en la anterior pregunta, ¿qué significa o cómo podemos entender?

.....
.....
.....

3) Cuando va a llover, ¿qué porcentaje alcanzará la humedad del aire?

- a) menor a 40 %
- b) entre 50 - 70 %
- c) mayor a 90 %

4) ¿Cuántos grados tiene que alcanzar el agua para pasar del estado líquido al gaseoso?

.....
.....
.....
.....
.....

5) El agua necesita llegar a la temperatura de ebullición para evaporar? ¿Por qué?

.....
.....
.....

6) ¿En qué épocas del año se presentan los mayores o menores valores de humedad relativa?

.....
.....
.....

7) Calcular la humedad relativa, cuando el termómetro del bulbo seco y húmedo registra: $t = 5,2$ y $t' = 14,2$.

.....
.....
.....
.....
.....

8) La temperatura es más uniforme en los valles que en el altiplano, gracias a:

- a) *Presión atmosférica*
- b) *Altura*
- c) *Radiación Solar*
- d) *Humedad*

Salgamos al campo y observemos las nubes que se encuentran en ese momento. Al regresar respondamos lo siguiente:

9) Clasifiquemos las nubes, según los grupos estudiados. Luego compartamos con el grupo y veamos cuántos coincidimos en los resultados. Anotemos los resultados en el cuaderno de actividades.

.....

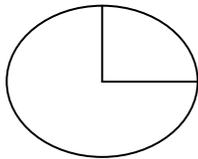
.....

.....

.....

10) Recordemos que el cielo despejado corresponde a un valor “0”; mientras que el cubierto de nubes equivale a “8” que se conoce con el nombre de octavos.

Veamos la siguiente figura:



Representa 4/8 (cuatro octavos)

Basándonos en la observación que realizamos en el campo, y utilizando lo que acabamos de mencionar, anota en octavos el valor que le asignes, según tu criterio, a la cobertura de nubes que presenta el cielo. Del mismo modo que la anterior pregunta compara el resultado con el grupo y discutan el mismo.

.....

.....

.....

.....

11) ¿Qué forma adoptan las nubes de lluvia y las nubes de lluvia tormentosa? Explica.

.....

.....

.....

.....

12) ¿Gracias a qué se forman las nubes?

.....

.....

.....

.....

1.7. PRECIPITACIÓN PLUVIAL

Abarca todas las formas de humedad que emanan de las nubes y caen a la tierra en forma de lluvia, nieve o granizo.

A) Proceso de precipitación

Las nubes se forman por la condensación de vapor de agua, en cuyo centro por enfriamiento se van formando las gotitas de agua que requieren de núcleos de condensación que pueden ser partículas de carbón, polvo, polen, sal, etc. Estas impurezas son abundantes hasta los 5 Km de altura, esto explica la casi inexistencia de nubes en la estratósfera. Las gotitas, como se indicó en el tema de nubosidad, no caerán si mantienen tamaños ínfimos, para que se produzca una verdadera lluvia es necesario que ganen más peso y venzan la resistencia del aire.



Equivocadamente, se cree que las nubes son regaderas viajeras, en realidad, una nube es un lugar donde se produce una condensación incesante.

La velocidad que alcanzan las gotitas se puede determinar mediante la fórmula de Stokes: $v = 1,3 r^2 \times 10^6$ radio está en cm. En la mayoría de los casos el diámetro de las gotitas alcanza 5μ , por tanto su velocidad llega a 0,7 mm/seg, o sea 1,3 m en media hora.

B) Formas de precipitación

De acuerdo a otras características atmosféricas las precipitaciones toman formas distintas, veamos las siguientes:

Lluvia: las gotas de agua superan los 0,5 mm de diámetro y una velocidad de 3 m/seg.

Llovizna: con gotas menores a los 0,5 mm de diámetro.

Nieve: se da este fenómeno cuando la temperatura del aire es menor a 0° C.

Granizo: son pedazos de hielo, cuyos diámetros varían de 5 a 50 mm.

Lluvia de barro: ocurre cuando el polvo atmosférico es abundante.

Chubasco: son precipitaciones repentinas y cesan del mismo modo.

Rocío: es la condensación de vapor de agua en la superficie de los cuerpos (hojas)

Escarcha, ocurre cuando el rocío se congela.



C. Medición de la lluvia

Para conocer la cantidad de lluvia o agua que llegó a la superficie, se mide la altura de la capa de agua contenida en un recipiente con estándares establecidos. La medición se expresa en milímetros (mm). En caso de ser nieve o granizo se mide una vez que está en estado líquido.

De acuerdo a los cálculos preestablecidos, la altura que registra el instrumental define:

$$1 \text{ mm (lluvia)} = 1 \text{ lt /m}^2$$

Utilizando la relación realicemos el siguiente ejercicio:

Si la precipitación en el mes de noviembre registra 38 mm, ¿cuántos litros de agua habrá recibido una superficie de 1.500 m²?

Podemos plantear una regla de tres:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mm (lluvia)} \longrightarrow 1 \text{ lt/m}^2 \\ 38 \text{ mm} \quad \quad \quad \longrightarrow X \end{array}$$

Entonces:
$$X = \frac{38 \text{ mm} \cdot 1 \text{ lt/m}^2}{1 \text{ mm}}$$

$$X = 38 \text{ lt/m}^2$$

Nuevamente planteamos una segunda regla de tres:

$$\begin{array}{l} 38 \text{ lt} \longrightarrow 1 \text{ m}^2 \\ X \quad \quad \quad \longrightarrow 1500 \text{ m}^2 \end{array}$$

Entonces:
$$X = \frac{1.500 \text{ m}^2 \cdot 38 \text{ lt}}{1 \text{ m}^2}$$

$$X = 57.000 \text{ lt}$$

La cantidad de agua que recibieron los 1.500 m² fue de 57.000 litros.

D) Composición del agua de lluvia

Las gotitas de agua de lluvia necesitan de núcleos de condensación, que puede ser polvo, polen, microorganismos, etc. Por tanto el agua de lluvia no es pura.

A las impurezas se suman dos gases, el amoníaco y el ácido nítrico, que se produce por la descomposición de la materia orgánica. De esta manera, el agua de lluvia aporta una cantidad de nitrógeno, se estima que un litro contiene 3,5 mg de amoníaco y 1 mg de ácido nítrico, aportando por año y por hectárea 28 Kg de nitrógeno.

E) Instrumental de medición

Las precipitaciones se miden mediante el pluviómetro, es un cilindro vertical abierto en su parte superior para permitir la entrada de la lluvia y calibrado en milímetros, de modo que se pueda medir la altura total de la lluvia caída. El nivómetro especial para medir la cantidad de nieve. El pluviógrafo, similar al pluviómetro diferenciándose por llevar un sistema de relojería para el registro automático.

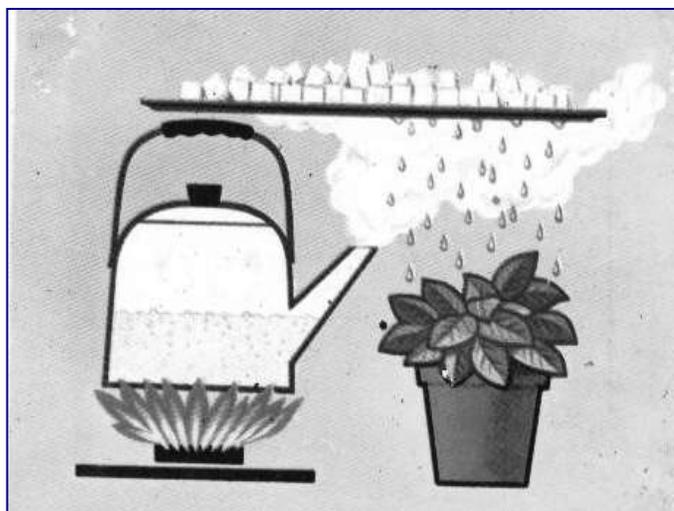


1.8. EVAPORACIÓN

Es el paso del estado líquido del agua al estado gaseoso. Este proceso requiere energía que es proporcionada por la radiación solar.

A) Proceso de evaporación

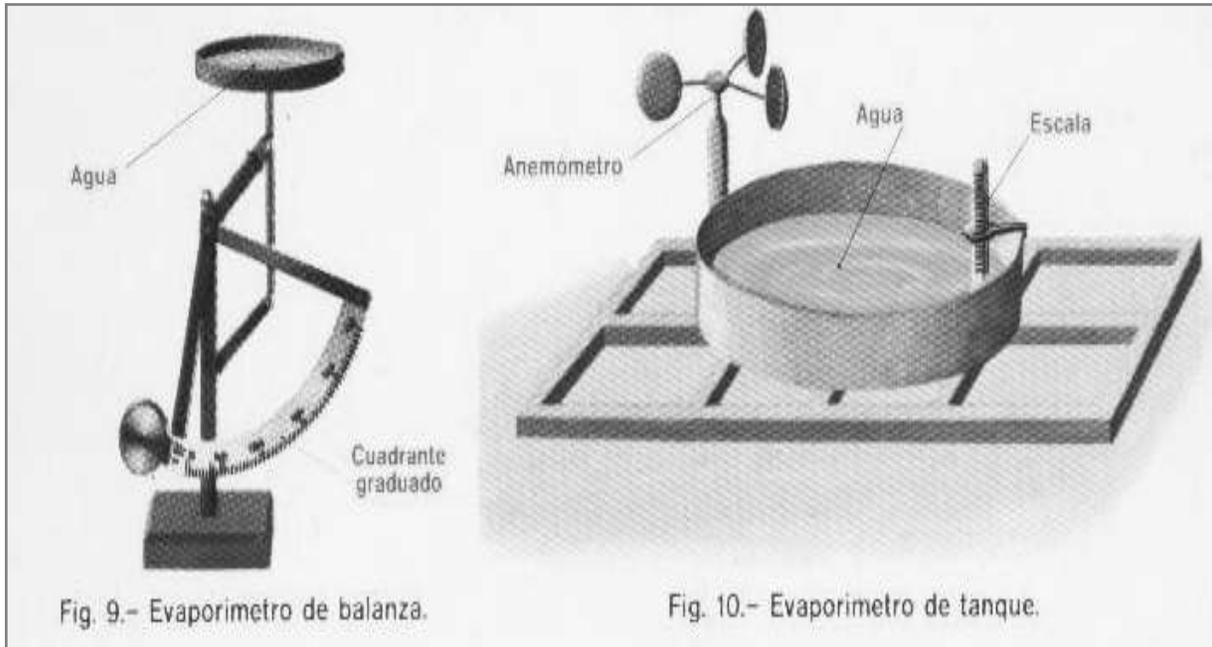
Las partículas de las que están compuestas los líquidos se mueven a una cierta velocidad, cuando existe un incremento de temperatura aumenta la velocidad de sus movimientos. La temperatura se eleva gracias a un suministro de calor, la fuente natural, el sol. Las partículas se moverán a tal velocidad que rompen las fuerzas de cohesión y salen al exterior en forma de vapor.



B) Evapotranspiración

Es un proceso combinado de evaporación desde el suelo y transpiración de las plantas. La evaporación total se la conoce también como uso consuntivo (UC). La evapotranspiración resulta de un proceso inverso a las precipitaciones. Se mide en mm/día.

C) Instrumental de medición



La evaporación se mide con el evaporímetro. Son amplios recipientes de 1,2 m de diámetro y 0,25 m de altura, llevan un tubo aquietador y en el centro de éste un tornillo micrométrico para las lecturas. Se llena el tanque hasta que marque cero el tornillo. El instrumento de registro automático es el evaporígrafo, lleva un platillo que se llena de agua; la pérdida de agua se registra continuamente.



Respondamos:

Apliquemos nuestros conocimientos y experiencias.

1) ¿Cómo y dónde se forman los ríos?

.....

.....

.....

2) Explica el ciclo del agua.

.....
.....
.....
.....

3) ¿Qué fenómenos se registran (forma, sonido) cuando viene un granizo?

.....
.....
.....
.....

4) Trabajemos un pluviómetro casero:

Debemos conseguir una lata cilíndrica y lisa. Su borde no debe tener cejas. Es necesario medir la altura de la lata y el diámetro de la boca. Con estos datos calcularemos el área de la boca y el volumen de la lata. La sujetaremos a una madera incrustada al suelo, sólo debemos amarrarla, no clavarla. La altura del borde de la lata estará a 1,5 metros. Podemos usar la misma regla del evaporímetro casero pero la regla debe estar invertida.

Es importante convertir el área de la abertura de nuestra lata al área del pluviómetro (recolector) de un observatorio. Para ello utiliza la siguiente relación:

Por ahora registra los valores de las 08:00 y de las 18:00 de una semana.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5) 12,9 mm de precipitación equivale a:

- a) 129 litros
- b) 12,9 litros por hectárea
- c) 12,9 litros por m²

6) En un mes de registro, la evaporación llega a 85 mm. ¿Cuántos litros representa?

.....

.....

.....

.....

7) Calcular el aporte de agua en litros, en un terreno de 2500 m², si la precipitación es:

- a) 155 mm

.....

.....

- b) 210 mm

.....

.....

8) Si la velocidad de caída de las gotas alcanza 3m/seg, ¿qué tiempo tardaría en llegar al suelo si la base de la nube está a una altura 1,7 Km?

.....

.....

.....

.....

9) Investiguemos (consulta) sobre las épocas en que se presentan las lluvias, granizos, heladas.

.....

.....

10) Fabriquemos nuestro tanque evaporímetro.

No es muy difícil realizar nuestro tanque evaporímetro casero, solo basta con un recipiente (lata cuadrada), mejor si su abertura es circular y lo más grande posible. Debemos conseguir también una varilla de madera delgada y grabar los milímetros, utilizando una regla común; el cero deberá coincidir con el espejo de agua superficial, de manera que cuando se lea quede humedecida la regla y se puedan leer los valores que van de arriba hacia abajo. Lo importante es convertir el área de la abertura de nuestro tanque al área del tanque evaporímetro de un observatorio. Para ello utiliza la siguiente relación:

Por ahora registra los valores de la 08:00 de la mañana de cinco días continuos.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

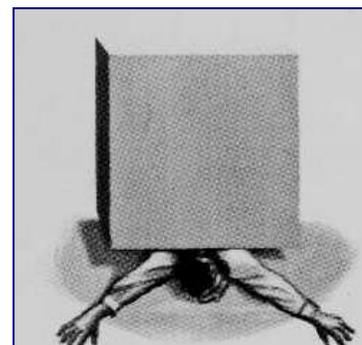
.....

1.9. PRESIÓN ATMÓSFERICA

Es el peso que ejerce una columna de aire o de atmósfera sobre una unidad de superficie. Dicha columna abarca hasta la exosfera.

A) Características de la presión atmosférica

La materia que constituye el aire, como toda materia, es pesada. Las capas superiores de la atmósfera presionan sobre las inferiores, por esta razón es mayor a nivel del mar, alcanzando una presión de 1,033 gr/cm² de superficie. Nuestro cuerpo soporta una presión equivalente en peso a 17.5 Tm, similar a un cubo de plomo de 1,2 m de arista.



No se percibe y tampoco nos aplasta porque se reparte por igual sobre toda la superficie y se transmite uniformemente en todas direcciones, en virtud del principio de Pascal; además, está equilibrada por la presión interna del organismo.

B) Medida de la presión

Se utilizan dos medidas: el milímetro de mercurio y el milibar (mb). Estableciéndose:

$$1 \text{ baria} = 1000 \text{ mb} = 750 \text{ mm de Hg} = 1 \text{ dina/cm}^2$$

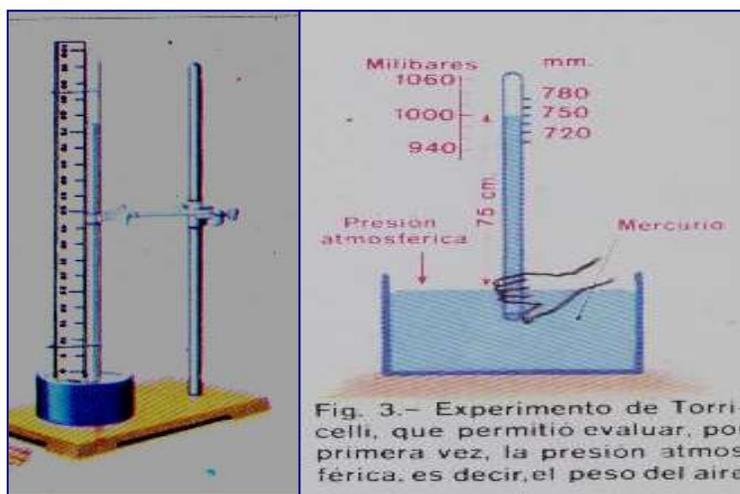
C) Variación de la presión con la altura

Es evidente el enrarecimiento progresivo del aire al aumentar la altitud. Comprobándose que si la altura sobre el nivel del mar crece en progresión aritmética, la presión disminuye en progresión geométrica.

Matemáticamente la altura es inversamente proporcional al logaritmo de la presión.

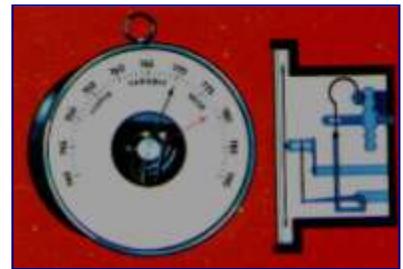
D) Instrumental de medición

Para la medición exacta de la presión atmosférica se utiliza el barómetro de mercurio, que consta de un tubo de vidrio cerrado en el extremo superior y parcialmente lleno de mercurio, la parte inferior está abierta y sumergida en un recipiente con mercurio. El barómetro aneroide, aunque menos preciso, es práctico para transportar.



De lectura automática se tiene al barógrafo, consta de una caja metálica hecha al vacío, que reacciona frente a la presión.

Todas las lecturas barométricas se corrigen por las variaciones debidas a la temperatura y la altitud de cada estación.



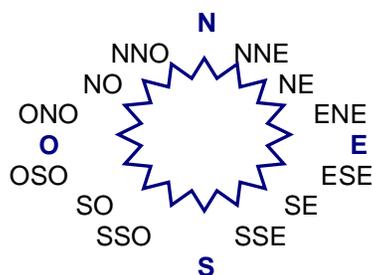
1.10. VIENTOS

Se llama al movimiento de la masa aérea que se produce a cierta altura de la superficie terrestre, con una velocidad variable. El viento se determina por la dirección (desde donde sopla) y por su velocidad.

La causa de todos los movimientos atmosféricos es el calentamiento desigual de la superficie terrestre por el Sol. La mayor parte del calor y la luz inciden sobre las regiones ecuatoriales y sólo una pequeña parte va a parar a las zonas polares. La circulación atmosférica produce la transferencia de calor desde las regiones más cálidas hacia los polos.

A) Dirección y velocidad del viento

La dirección del viento se indica por el punto desde donde procede. Tiene un componente vertical en ascenso y descenso; el componente horizontal, de mayor importancia, se designa por el rumbo, para el cual se utiliza la orientación cardinal: *norte, sur, este, oeste*. Las subdivisiones cardinales se conocen con el nombre de rosa de los vientos o rosa náutica, donde se considera:



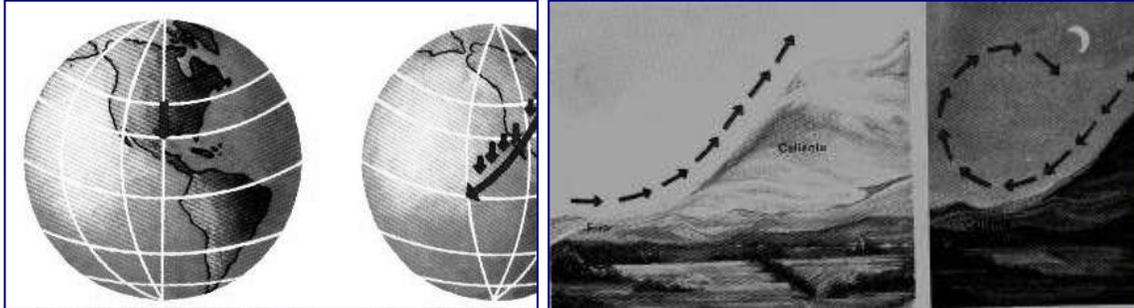
La velocidad es la fuerza con que sopla el viento. La velocidad se mide en nudos.

$$1 \text{ nudo} = 1.853, 27 \text{ m/hr} = 1 \text{ milla marina}$$

B) Cambios de viento

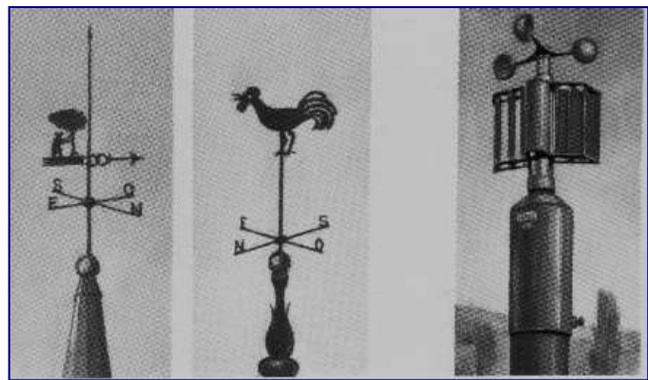
Los cambios de viento se deben a:

- Caída rápida de la temperatura del aire
- Alza rápida de la presión



C) Instrumental de medición

El instrumento más utilizado para medir la dirección del viento es la veleta común, que indica de dónde procede el viento. La velocidad del viento se mide por medio de un anemómetro, un instrumento que consiste en tres o cuatro semiesferas huecas montadas sobre un eje vertical. El anemómetro gira a mayor velocidad cuanto mayor sea la velocidad del viento.



Parte 2: Climatología

2.1. INTRODUCCIÓN



Respondamos:

1) ¿Cómo es el clima en tu región?

.....

.....

.....

.....

2) ¿En qué meses se presentan heladas en tu región?

.....

.....

.....

.....

3) Anota los meses en que llueve en tu región.

.....

.....

.....

.....

4) En tu opinión, ¿para qué cultivos es apto el clima de tu región?

.....

.....

.....

.....

5) ¿El clima del departamento de Potosí es uniforme? Si tu respuesta es negativa, ¿a qué se debe?

.....

.....

.....

.....

6) En el siguiente mapa, divide el departamento según el clima que tiene cada región.

7) En las regiones que dividiste según el clima, ¿qué se produce y qué clase de ganado hay?

.....

.....

.....

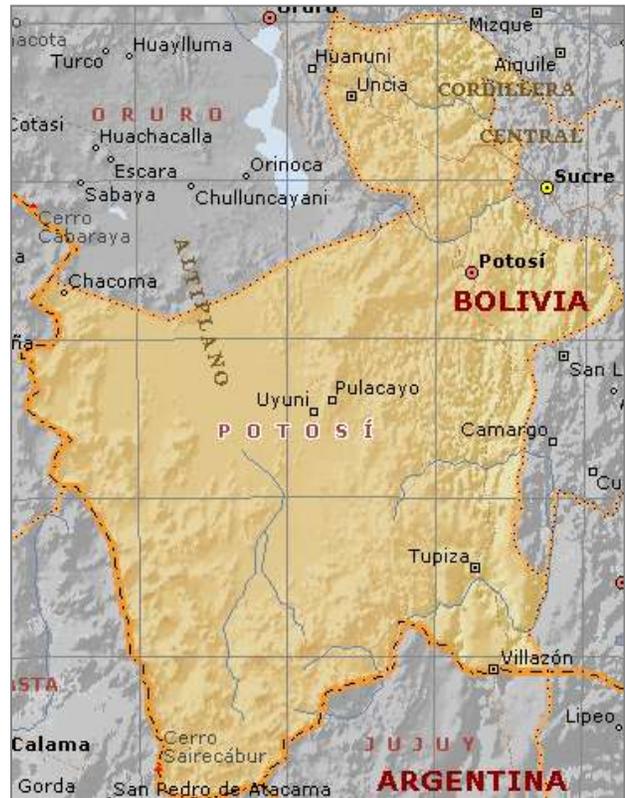
.....

.....

.....

.....

.....



8) ¿El clima de nuestro país es uniforme? Si tu respuesta es negativa, ¿a qué se debe?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9) Utilizando el mapa de Bolivia divide el país según el clima que tiene cada región.

10) ¿Qué se produce en las regiones en la que dividiste Bolivia según su clima?

.....

.....

.....

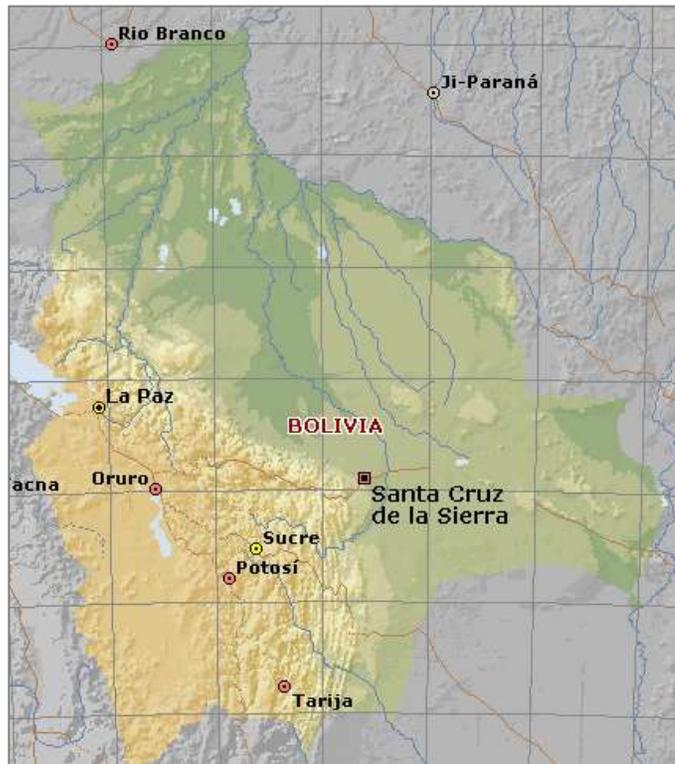
.....

.....

.....

.....

.....



11) ¿De qué manera influye el clima en el crecimiento de plantas y animales?

.....

.....

.....

.....

12) ¿Qué elementos meteorológicos intervienen en el clima?

.....

.....

.....

.....

13) Observa las figuras de la página siguiente:
¿qué clase de clima tendrán?



14) El clima de alta montaña, ¿crees que sea beneficioso o perjudicial a la salud? Menciona algunos ejemplos.

.....

.....

.....

.....

14) En tu opinión, ¿el hombre será el causante de alterar el clima del todo el planeta?. Menciona algunos ejemplos.

.....

.....

.....

.....

2.2. TIPOS DE CLIMAS

Los autores clásicos dividieron la Tierra en tres grandes zonas climáticas que corresponden a los climas frío, templado y tórrido. Se pueden distinguir tipos y subtipos en función de la temperatura y la precipitación.

Otros elementos que contribuyen a explicar el clima de una región pueden ser la presión atmosférica, los vientos, la humedad, la latitud, la altitud, el relieve, la proximidad de los mares, las corrientes oceánicas y la influencia de la naturaleza del suelo y la vegetación.

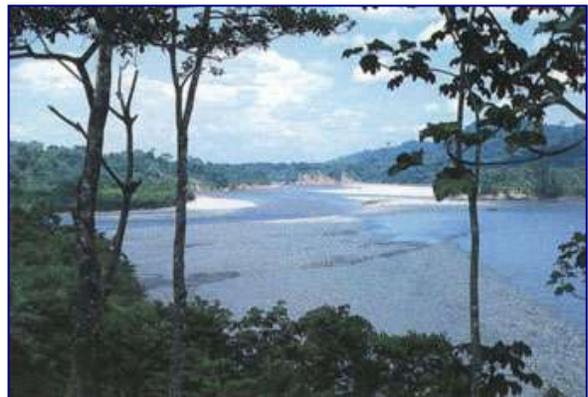
Detallamos a continuación los tipos de clima del planeta considerando los valores, de la temperatura y las precipitaciones.

a) Clima ecuatorial

Característico de latitudes bajas, 10° N y 10° S. La temperatura media anual es mayor a los 25° C. Las precipitaciones anuales sobrepasan los 1.500 mm. La duración del día y de la noche es muy similar.

b) Clima tropical

Propio de las regiones tropicales. La temperatura media anual es superior a los 20° C. Las precipitaciones anuales oscilan entre los 400 y los 1.000 mm.



c) Clima desértico

Propio de las áreas desérticas, se caracteriza por altas temperaturas y escasez de precipitaciones. La temperatura media anual en torno a los 20° C y precipitaciones inferiores a los 200 mm.

d) Clima templado

Se subdivide en:

- **Clima mediterráneo:**

Característico de países ribereños del mar Mediterráneo (latitudes medias de 30° y 45°). Se caracteriza por veranos cálidos, secos y soleados, e inviernos suaves y húmedos. Las temperaturas medias anuales varían entre los 12° C y los 18° C, y las precipitaciones entre los 400 y los 700 mm.

- **Clima chino:**

De temperatura media algo mayor a la del mediterráneo. El promedio de precipitaciones sobrepasa los 1.000 mm.

- **Clima oceánico:**

La proximidad del mar determina unas precipitaciones importantes de entre 1.000 y 2.000 mm. La temperatura media 10° C; los inviernos presentan unas temperaturas moderadas y en verano son frescas.

- **Clima continental:**

Propio de las regiones del interior de los continentes. Se caracteriza por una relativa escasez de precipitaciones, que oscilan entre los 300 y los 700 mm de promedio, principalmente en verano. La temperatura media anual es inferior a los 10° C.



- e) Clima polar**

La temperatura media mensual y anual está por debajo de los 0° C, y las precipitaciones insignificantes se producen en forma de nieve.

- f) Clima de alta montaña.**

En las montañas la temperatura disminuye con la altitud, y aumentan las precipitaciones hasta un cierto nivel.

Presenta unas temperaturas invernales negativas y unas estivales positivas, aunque la temperatura media anual se establece en torno a los 0° C; y las precipitaciones, más abundantes en verano que en invierno, superan los 1.000 mm anuales.



Este clima de alta montaña es el que predomina en la cordillera andina.

matemáticos, determinó un análisis cuantitativo; por último ingresó en algo muy ambicioso “la predicción del tiempo”.

Sin embargo, sus logros más significativos fueron en la clasificación del clima según la información de largos períodos de registro. Gracias a las primeras computadoras fue posible aplicar las teorías fundamentales de la termodinámica y la hidrodinámica al problema de la predicción climatológica.



Para contar con información precisa del comportamiento del clima no solo bastaba con información de superficie, se recurrió también a observaciones directas:

- **Observaciones en la atmósfera superior:** en esta parte es importante la medición cuantitativa del viento, la presión, la temperatura y la humedad.

Las mediciones en las capas superiores de la atmósfera se realizan con la radiosonda, instrumento meteorológico ligero, que se sujeta a un globo de helio arrastrado por los vientos que lo llevan hasta la atmósfera superior; es capaz de medir la presión, la temperatura y la humedad equipado con un pequeño transmisor de radio de alta frecuencia.



También se utilizan aviones, cuando hay amenaza de huracanes o tifones. Otro método de mayor éxito ha sido el empleo de satélites artificiales, que fotografían y suministran imágenes de modo continuo de los patrones climáticos de más de la mitad de la Tierra, situados en

órbitas geoestacionarias a una altitud de unos 35.400 kilómetros. Cualquier estación meteorológica equipada puede recibir sus transmisiones, como en los países ribereños a los cuales los satélites ayudan a mantener una vigilancia continua de las tormentas.

Por desgracia, los patrones fotográficos suministrados por los satélites tienen una utilidad limitada para los métodos modernos de predicción meteorológica, que se basan en el empleo de mediciones de la temperatura y la presión en el interior mismo de la atmósfera.

Unidad Temática **3**

Aplicando la información meteorológica

Indicadores de Aprendizaje

Conoce y aplica la información de los elementos climáticos para prevenir daños en la agricultura.

1. Introducción



Respondamos:

Pon atención a las siguientes preguntas y responde:

1) ¿Cuales son los cultivos más importantes en tu región?

.....
.....
.....
.....
.....

2) De los cultivos que nombraste, ¿cuál es el más rentable y por qué?

.....
.....
.....
.....
.....

3) Utilizando como ejemplo el cultivo más importante en tu región, menciona las etapas que pasa en su ciclo vegetativo.

.....
.....
.....
.....
.....

4) Anota el ciclo vegetativo de los principales cultivos de tu región.

.....
.....

5) Si existen frutales en tu zona, ¿qué cambios sufren en su desarrollo de manera notoria e importante?

.....

.....

.....

.....

.....

6) Has notado que los cambios que sufren las plantas se adelantan o atrasan de un año a otro. ¿Por qué será?

.....

.....

.....

.....

.....

7) En el caso del cultivo de haba, ¿dará fruto solo por el tiempo que ha permanecido en el terreno o existe algún otro factor externo que influye en ello?

.....

.....

.....

.....

.....

8) En invierno muchos insectos desaparecen, como las moscas. Una vez que termina el invierno empiezan a aparecer. ¿Qué factores influyen en este fenómeno?

.....

.....

.....

.....

.....

9) Si tenemos cuatro plantas en macetas y una la exponemos al sol todo el día; la otra solo 8 horas (el resto del tiempo la ponemos a la sombra); la tercera 6 horas y la cuarta 4 horas. ¿El desarrollo de las tres plantas será normal? ¿Algún elemento del clima interviene?

.....

.....

.....

.....

.....

10) ¿Qué relación encontramos entre los seres vivos y el clima?

.....

.....

.....

.....

.....

11) Desde tu experiencia, ¿has considerado que factores climáticos son importantes en el desarrollo de las plantas?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



2. Aspectos principales de la fenología

2.1. CONCEPTO

Estudia la relación de los fenómenos periódicos de los seres vivos con las condiciones ambientales climáticas.

El término “**fenómeno periódico**” se refiere a la etapa de desarrollo en que se encuentra el ser vivo. La fenología se puede clasificar en:

- **Fenología agrícola:** se ocupa, por ejemplo, de la floración, fructificación, madurez, etc.
- **Fenología animal:** se ocupa, por ejemplo, de la migración de las aves, el pelecho de los animales, etc.

Las condiciones ambientales se refieren a la humedad, temperatura, presión atmosférica, luz, precipitación, vientos, que más adelante vimos con el nombre de meteoros, elementos del tiempo, elementos del medio ambiente físico.

ESQUEMA:



La **periodicidad** se puede entender como el inicio y final de un cambio que sufre el ser vivo.

Fisiológicamente se debe diferenciar entre crecimiento y desarrollo, veamos:

- Crecimiento es el aumento de tamaño y peso.
- Desarrollo es el cambio que sufre el ser vivo, por ejemplo, la maduración sexual.

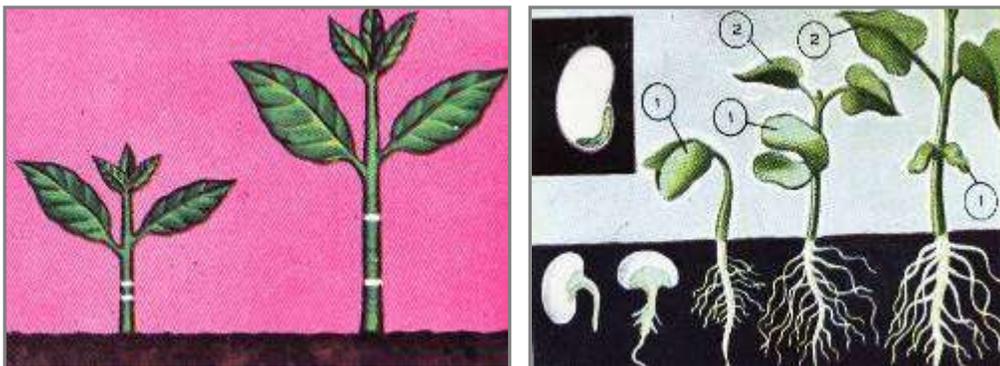
2.2. FASE

Fase es un término usado en fenología para diferenciar la aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales o animales.

Así podemos distinguir las siguientes fases:

- *Siembra.*
- *Germinación, nacimiento o emergencia.*
- *Macollamiento (cereales).*
- *Encañamiento.*
- *Brotamiento (frutales o forestales).*
- *Tuberización (tubérculos).*
- *Floración.*
- *Fructificación.*
- *Dehiscencia de cápsulas (algodón).*
- *Madurez.*
- *Cosecha.*

Observa los siguientes dibujos y responde:



¿En que fase se encuentran las plantas que acabas de observar en los dibujos o ilustraciones?

.....

.....

.....

.....

Para pasar de una fase a otra dentro del ciclo biológico, se requiere de una cantidad de **energía**.

Así mismo, la fecha de aparición de una fase esta sujeta a dos condiciones esenciales:

- a) Las características intrínsecas de la especie o variedad.
- b) Las condiciones ambientales, principalmente el clima o el tiempo.

Dos fases continuas se conocen con el nombre de SUBPERIODO. Ejemplo: macollaje hasta espigazón.

2.3. IMPORTANCIA DE LA OBSERVACIÓN FENOLÓGICA



Respondamos:

1) Según tu experiencia: el desarrollo de las plantas se da de manera continua todos los años pero alguna vez se altera, ¿por qué y en qué casos ocurre?

.....

.....

.....

.....

2) También los cambios climáticos ocurren de manera continua y repetitiva todos los años, época de lluvias, llegada del invierno, pero alguna vez se alteran, ¿por qué y en qué casos ocurre?

.....

.....

.....

.....

3) Escribe según tus conocimientos y en tus palabras a qué se refieren los siguientes términos:

Emergencia:

.....
.....

Macollaje:

.....
.....

Floración:

.....
.....

Tuberización:

.....
.....

Los elementos climáticos alteran los cambios en los seres vivos. De esta manera:

El cultivo será rentable si durante su ciclo vegetativo halla condiciones ambientales favorables.

2.4. RESPUESTA DE LOS VEGETALES A LOS FACTORES CLIMÁTICOS.

Los cultivos rentables o simplemente los vegetales en su ciclo vegetativo hallan condiciones ambientales favorables en cuanto a temperatura, humedad duración del día, etc. Exigencias que varían según la especie y de acuerdo con la fase de desarrollo de las plantas.

La respuesta de las plantas ante los factores climáticos es variable y a veces tienen características muy particulares, como los que veremos a continuación:

a) Períodos críticos

Son breves momentos en el desarrollo de las plantas en que son muy sensibles a un elemento metereológico. Se producen poco antes o poco después de las fases, por ejemplo: en el trigo (*triticum vulgare*) tiene un período crítico respecto a la lluvia, a los 15 días que

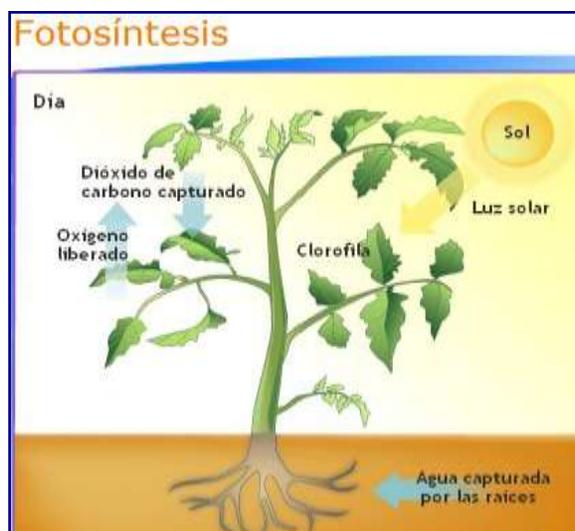
preceden la espigazón. Si en las dos semanas las lluvias son abundantes los rendimientos son elevados, si son escasas, serán bajos, aún cuando llueva en abundancia antes o después.

b) Fotoperiodismo

El fotoperiodismo es la influencia que ejerce la luz solar sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, en otras palabras, las plantas reaccionan frente a la duración del día, o sea, las horas totales en que se dispone de luz.

La duración del día alarga o acorta el ciclo de las plantas, actúa sobre la composición química e incide en su resistencia a las heladas y sequía.

Las variedades de floración temprana requieren días largos para florecer; en cambio, las de floración tardía requieren días cortos. Acortando los días artificialmente se puede adelantar la floración de variedades tardías.



- **Plantas de día corto:**

Son aquellas que requieren menos de 12 a 14 horas. Aceleran su ciclo adelantando su floración. Por ejemplo: haba (*vicia faba*) y maíz (*zea mays*).

Este fenómeno se acentúa mientras la latitud disminuye.

- **Plantas de día largo:**

Son las que requieren más de 12 a 14 horas. Alargan su ciclo retrasando su floración. Por ejemplo: trigo (*triticum vulgare*) y avena (*avena sativa*), etc.

Existen otras especies indiferentes a la luz como es el caso del rábano (*raphanus sativa*).

c) Influencia de la luz de la luna

Influye en las plantas de días largos, cuando la luna está en cuarto creciente y llena. Induce a florecer y producir semilla en vez de producir hojas, raíces.



d) Termoperiodismo

Es la reacción de las plantas a la temperatura. Este elemento tiene efectos importantes en el desarrollo de los vegetales. La variación de la temperatura puede ser diaria, anual.

e) Precocidad

Es la característica de una variedad vegetal que en igualdad de condiciones climáticas cumple su ciclo vegetativo en un menor lapso que otra. No es un valor fijo, pues si una variedad es precoz en un lugar, en otra no lo es. En la precocidad influye bastante el fotoperiodismo.

e) Vernalización

El efecto de cierto número de días fríos sobre las plantas se denomina vernalización.

Algunas plantas, como el trigo, son invernales o primaverales, los primeros son sembrados en otoño o invierno, mientras los segundos se siembran en primavera. Esta clase de especies requiere en su estado juvenil de una cantidad de días fríos (es decir, entre -2 a 10° C).



Apliquemos conocimientos y experiencias:

1) Siembra en 8 macetas semilla de arveja, anota en un cuaderno a los cuántos días emerge, qué tiempo transcurre cuando tiene 4 hojas, y así sucesivamente hasta la floración.

.....

.....

.....

.....

.....

2) Será importante que busques el concepto de las siguientes palabras (utiliza el diccionario).

Fenómeno:.....

Periodo:.....

Migración:.....

Fisiológico:.....

Dehiscencia:.....

3) Registremos los cambios fenológicos de un cultivo representativo de la zona. Para ello utiliza el siguiente cuadro.

Registro Fenológico

Cultivo: Variedad: Fecha:

Fecha observación	Fase Fenológica	Nº plantas en la fase	% plantas en la fase

4) Anotemos en que épocas se presentan las plagas y cuáles son sus nombres

.....
.....
.....
.....
.....

5) La fenología estudia:

- a) Fenómenos o alteraciones bruscas.
- b) El desarrollo y crecimiento anormal de las plantas y animales.
- c) La relación de lo fenómenos periódicos de los seres vivos con el clima.
- d) Etapa de cambios inadecuados que atraviesan los seres vivos.

6) ¿Qué diferencia existe entre fase y subperiodo?

.....
.....
.....
.....
.....

7) ¿Es lo mismo el fotoperiodismo y termoperiodismo?, ¿por qué?

.....
.....
.....
.....
.....

8) Si sembramos en verano una semilla de albarillo en la ciudad de Potosí, emerge y crece la planta; sin embargo, en algún momento su desarrollo se detiene, la planta se debilita y empieza a marchitarse. ¿A cuál se atribuye al fotoperiodismo o termoperiodismo?, ¿por qué?

9) ¿Qué plantas o árboles requieren necesariamente ingresar en el periodo de dormancia?

.....

.....

.....

.....

.....

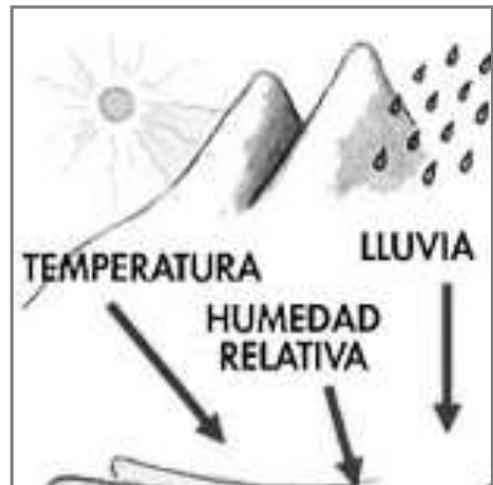
10) Para el fotoperiodismo se considera la:

- a) Longitud.
- b) Altura.
- c) Latitud.
- d) Calor.

3. Cálculo de índices y valores agroclimáticos

Los índices y valores agroclimáticos son valores numéricos de gran utilidad, una herramienta importante y un requisito en la planeación agrícola.

Son parámetros valiosos en la caracterización del potencial agroclimático de una región. Mediante su cálculo se pueden estimar la relación que existe entre los elementos del tiempo y las exigencias de los cultivos.



De acuerdo a su importancia podemos considerar los siguientes:

- Radiación solar en la agricultura.
- La precipitación pluvial en la agricultura.
- Cálculo de las probabilidades de helada.
- Probabilidad de lluvia en la agricultura.

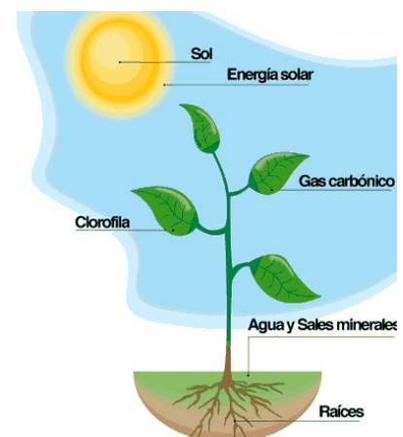
- Mejor desarrollo si son favorables la temperatura, humedad y duración del día.
- Los fenómenos periódicos (floración) son causados por la temperatura, precipitación y duración del día.
- Las plantas son sensibles a las desviaciones de los elementos climáticos, principalmente R_s , T^o , P_p .

A continuación detallaremos cada uno de los factores que inciden en el ciclo vegetativo de las plantas, e incorporaremos algo muy importante: LOS CÁLCULOS NUMÉRICOS PARA DETERMINAR REQUERIMIENTOS Y PROBABILIDADES.

3.1. RADIACIÓN SOLAR EN LA AGRICULTURA

Al decir duración del día nos estamos refiriendo a la radiación solar. Es un factor importante en la agricultura, determinar sus valores y ayuda en los siguientes aspectos:

- Determinar la fecha de siembra, de manera que el ciclo vegetativo coincida con los requerimientos de radiación solar óptimo (en cultivos bajo riego).
- Para estimar la tasa de acumulación de materia seca por día y total de un cultivo.
- Es parte de las fórmulas que estiman las necesidades de agua de los cultivos y también para el balance de energía en plantas y animales.



3.2. LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL EN LA AGRICULTURA

a) Requerimiento de riego

Analicemos cada término por separado: **requerimiento** es la demanda, necesidad de agua en un periodo del ciclo vegetativo de las plantas, que no ha sido cubierto por la precipitación. Mientras que **riego** es la acción por el cual se aplica o incorpora agua al suelo de acuerdo a la demanda, a un plan preestablecido y un método pertinente.

Por tanto, el requerimiento de riego es la cantidad de agua que se debe aplicar para satisfacer las exigencias del cultivo.



El riego es una práctica que involucra principalmente:

- Infraestructura de riego
- Demanda de riego
- Planificación de riego

Por ser tan extensa, se ocupan disciplinas específicas como “Riegos y Drenajes” y el manejo de aguas corresponde a una ciencia aún más compleja: la HIDRÁULICA.

La demanda de riego.

Puede ser calculada de manera general utilizando la siguiente ecuación:

$$DR = \frac{UC - PP}{1 - L}$$

DR = Demanda de riego

UC = Uso consuntivo

PP = Precipitación pluvial

L = Pérdida por pendiente y tipo de suelo

b) Importancia del riego

El riego tiene una importancia vital para sostener la producción, y no podemos olvidar que el desarrollo económico-social de un pueblo, de una nación, se apoya íntegramente en los medios de producción. En algunos casos, no solo es complementario a la lluvia, sino que procura mantener poblaciones vegetales en lugares semiáridos mejorando las expectativas económicas y ecológicas.



c) Clima y riego

Desde la climatología estudiaremos la relación que existe entre los elementos del tiempo que participan en las exigencias de agua y, sobre todo, como el ciclo del agua influye en las necesidades de las plantas. Dejando de lado la infraestructura y planificación.

Por tanto se considerará principalmente:

-Los factores climáticos como radiación solar, temperatura, vientos, que inciden directamente sobre la evapotranspiración (ETP) y el “Uso Consuntivo”.

-Mediante el balance de humedad que hace uso de la Pp y la ETP se podrá determinar la cantidad de agua en mm que requiere el cultivo en una fase de desarrollo.

d) Balance de Humedad

Conocido también como **Balance Hídrico**. El balance hídrico es una herramienta y un requisito en la planeación agrícola. Es la medición matemática de ingresos y pérdidas de agua (entradas y salidas).

La precipitación se constituye en el aporte principal y la evapotranspiración potencial en las pérdidas hídricas. La diferencia entre ambos es uno de los factores más útiles para determinar las posibilidades agrícolas de una zona.

La humedad en el suelo es dinámica; determinar las variaciones en cantidades y momentos es tarea del balance hídrico. Utiliza información de la Pp, ETP, ciclo vegetativo y la capacidad del suelo para almacenar agua. Mediante el balance de humedad del suelo o balance hídrico se puede obtener índices de sequía o de exceso de humedad, los cuales son parámetros valiosos en la caracterización del potencial agroclimático de una región. Otra utilidad es que mediante su cálculo se pueden estimar las necesidades de agua de los cultivos, así como el momento más oportuno para aplicar los riegos.

e) Cálculo del Balance de Humedad

La determinación de la humedad del suelo, en la cual intervienen varios factores, es difícil realizarla mediante instrumentos, pero puede calcularse indirectamente con el balance hídrico (aportes, movimientos y pérdidas).

Para el cálculo del balance hídrico se pueden aplicar varios métodos, uno de ellos es el método hidrológico, que define la siguiente ecuación:

$$P_p + R = ET + I + E + \Delta H$$

Donde: P_p = Precipitación pluvial

R = Riego

ET = Evapotranspiración

I = Infiltración o percolación

E = Escorrentía

ΔH = Variación de la humedad de suelo

Antes de aplicar el método describiremos primeramente los componentes del balance.

- **Cálculo de los componentes del balance hídrico:**

Los componentes para calcular el balance hídrico, básicamente son: precipitación pluvial, riego o irrigación, evapotranspiración, infiltración o percolación, escurrimiento y capacidad de almacenamiento de humedad del suelo

-La precipitación -riego o irrigación puede medirse sin problema.

-La infiltración puede medirse directamente en el campo utilizando un infiltrómetro de cilindro.

-La escorrentía puede estimarse por diferencia.

-La capacidad de almacenamiento o retención de humedad del suelo puede ser estimada directa o indirectamente. Los métodos para su estimación se pueden dividir en tres grupos:

i) Método de laboratorio.

ii) Método de campo.

iii) Componentes de textura.

En los tres métodos se consideran dos constantes muy importantes: la Capacidad de Campo (CC) y el Punto de Marchités Permanente (PMP).

Unidad 3 Aplicando la información metereológica

La Capacidad de Campo (CC) es la saturación máxima de humedad del suelo, o sea, la cantidad máxima de agua que puede contener el suelo.

El Punto de Marchitís Permanente (PMP) indica la cantidad de humedad que existe en suelo imposible de ser absorbida por las plantas.

A continuación describiremos el *método de componentes de textura*.

Para la capacidad de almacenamiento de humedad pueden emplearse los componentes de textura del suelo: arena, limo y arcilla. La experiencia de Villalpando (1983), que relacionó datos de textura, CC y PMP, obtuvo las siguientes ecuaciones para obtener CC y PMP:

$$CC = 8.56 + 0.671 (\% \text{ arcilla})$$

$$PMP = 2.17 + 0,432 (\% \text{ arcilla})$$



En base a la CC y PMP se puede calcular la Humedad Aprovechable (HA) y a continuación la Lámina de Agua (LA) que puede almacenar el suelo a una determinada profundidad. Las ecuaciones son las siguientes:

$$HA = CC - PMP$$

$$LA = HA \times Da \times PR$$

Donde:

Da = Densidad aparente (gr/cc)

PR = Profundidad radical en cm.

Ejemplo. Calcular la lámina aprovechable, en base a los siguientes datos:

Arcilla = 35 %

Da = 1.25 gr/cc (se puede obtener en bibliografía o utilizando un cubo)

PR = 90 cm. (de acuerdo al cultivo)

Aplicando las fórmulas tenemos:

$$CC = 8.56 + 0.671 (0.35) = 0.32$$

$$PMP = 2.17 + 0,432 (0.35) = 0.17$$

Entonces:

$$HA = 0.32 - 0.17 = 0.15$$

$$LA = 0.15 \times 1.25 \times 90 = 175 \text{ mm.}$$

Esto quiere decir que ese suelo puede almacenar una lámina de 17,5 centímetros de profundidad.

EVAPOTRANSPIRACIÓN (ET)

Se refiere a las pérdidas de agua por evaporación. Es un proceso combinado de evaporación del suelo y transpiración de las plantas.

La evapotranspiración resulta un proceso inverso a las precipitaciones pluviales. También se mide la cantidad evaporada y transpirada en mm/día.

La transpiración, se define como la tasa de pérdida de agua a través de una planta la cual es regulada por procesos físicos y fisiológicos. Se mide en mm/día.

Evapotranspiración Potencial (ETP):

Es la cantidad de agua que evaporaría del suelo y transpirarían las plantas si el suelo tuviera un contenido óptimo de humedad y la cobertura vegetal fuera completa.

Evapotranspiración Real (ETR):

Llamado también Uso Consuntivo (UC), es la cantidad de agua que realmente evapora del suelo y transpiran las plantas de acuerdo con el contenido de humedad del suelo y coberturas vegetales circunstanciales. Puede ser \leq a la ETP.

El UC o ETR también se la conoce como evapotranspiración del cultivo (ETc). Se constituye en la tasa para un determinado cultivo, por que se considera la etapa de desarrollo de la planta, expresado en un coeficiente que representa su exigencia en humedad.

$$ETc = ETP \times Kc \quad \text{ó} \quad UC = ETP \times Kc$$

K_c = Coeficiente del cultivo.

Tabla: Coeficiente de cultivo (K_c) para diferentes cultivos en diferentes etapas de desarrollo y condiciones climáticas.

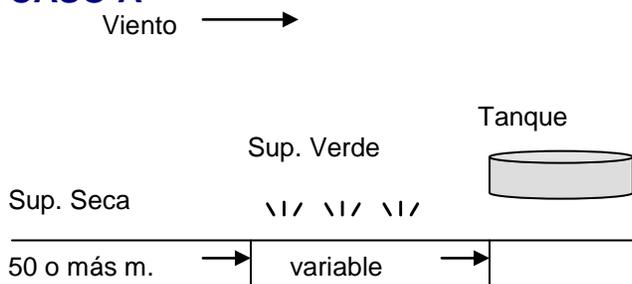
Cultivo	Inicial	Vegetal	Reproduc.	Madurez
Maíz	0.42	0.64	1.15	0.25
Trigo	0.40	0.70	1.10	0.25
Papa	0.45	0.75	1.20	0.30

Cálculo de la Evapotranspiración Potencial (ETP)

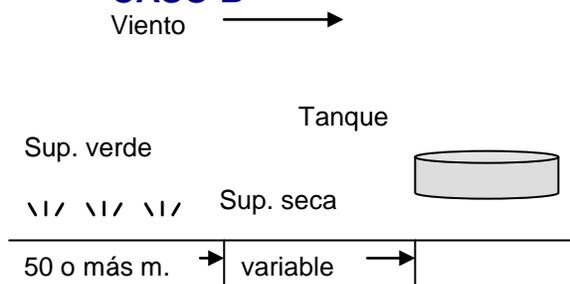
Método del tanque evaporímetro, tipo A:

La evaporación registrada en los tanques evaporímetros puede ser utilizada para estimar ETP, siempre y cuando se hagan ajustes. Doorenbos y Pruitt (1977) presentan una tabla (cuadro) donde tales ajustes dependen del lugar de ubicación del tanque evaporímetro, así como de las condiciones climáticas imperantes durante el período para el cual se desea convertir la evaporación a ETP, para reforzar esto, Shaw (1982) considera que los tanques evaporímetros pueden ser buenos estimadores de la ETP bajo ciertas condiciones, tales como áreas geográficas grandes, donde no es requerida una precisión alta en los valores estimados de ETP.

CASO A



CASO B



Ejemplo:

Calculemos el valor de ETP de acuerdo a la siguiente información:

- Tanque evaporímetro colocado sobre superficie con pasto corto.
- La distancia más cercana a la que se encuentra un cultivo alto, más o menos 2,5 m., es de aproximadamente 100 m.
- El promedio de humedad relativa es de 40-70 %.
- El recorrido del viento en Km/día es moderado de 175 a 425 Km/día.

Con estos datos se entra al cuadro y se encuentra el valor de Kp, que en este caso es de 0,75 . Entonces la evaporación del tanque evaporímetro tendría que multiplicarse por 0,75 para transformara en ETP.

Cuadro:

Tanque	Tipo A			Tipo B			
	Distancia (m)	Humedad (HR)			Humedad (HR)		
		<40	40 – 70	> 70			> 70
Vientos débiles <175	1	0,55	0,65	0,75	0,70	0,80	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	0,60	0,70	0,80
	100	0,70	0,80	0,85	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,85	0,85	0,50	0,60	0,70
Viento moderado 175 –425	1	0,50	0,60	0,65	0,65	0,75	0,80
	10	0,60	0,70	0,75	0,55	0,65	0,70
	100	0,65	0,75	0,80	0,50	0,60	0,65
	1000	0,70	0,80	0,80	0,45	0,55	0,60
Viento fuerte 425 – 700	1	0,45	0,50	0,60	0,60	0,65	0,70
	10	0,55	0,60	0,65	0,50	0,55	0,65
	100	0,60	0,65	0,70	0,45	0,50	0,60
	1000	0,65	0,70	0,75	0,40	0,45	0,55
Viento muy fuerte > 700	1	0,40	0,45	0,50	0,50	0,60	0,65
	10	0,45	0,55	0,60	0,45	0,50	0,55
	100	0,50	0,60	0,65	0,40	0,45	0,50
	1000	0,55	0,60	0,65	0,35	0,40	0,45

Cálculo o ecuación del balance hídrico.

Realizaremos el balance hídrico según Thornthwaite, en el cual la Pp, ETP se constituyen en **DATOS** principales para el cálculo del Balance.

El registro de la precipitación es de un largo periodo de observación (años), registrado en un observatorio meteorológico. Se utilizan sus valores promedios mensuales. En el caso de la ETP, también son valores mensuales y se puede calcular con cualquier método (ejemplo: tanque evaporímetro).

A partir de Pp y ETP se calcula el resto de los valores, veamos:

- ETP clima seco (ETP cs) es un ajuste para lugares secos con $Pp < ETP$. El factor que sirve para ajustar el ETP es el resultado de la fracción del total anual de Pp con el total anual de ETP. Con el factor se multiplica los valores mensuales de ETP mensual.
- La variación de reserva y la reserva de agua útil se calculan simultáneamente a partir del primer mes donde la Pp excede a ETP (considerar el año agrícola a partir de Julio). La diferencia de Pp-ETP se anota en ambas casillas. Si continua siendo mayor la Pp, la reserva alcanza el 100 %, o sea 100; mientras que la variación será el resultado de 100 menos la primera diferencia. Al seguir mayor la Pp las variaciones serán cero y la reserva 100. Cuando la ETP supera la Pp entonces la diferencia se anota en la variación con valor negativo y a continuación se resta de 100 que se tenía como reserva.
- El UC o ETR es el resultado del producto del ETP por Kc.
- Déficit es la diferencia de Pp y ETP cs. En los meses donde es mayor la Pp su valor será cero, si no se escribe el valor de la diferencia entre Pp y ETP cs con valor positivo.
- Excedente es el resultado de la diferencia entre Pp y ETP cs. En meses donde $ETP\ cs > Pp$ se anota cero.
- El escurrimiento, al igual que la variación y reserva, se inicia a partir de julio, donde $Pp > ETP\ cs$, en ese habrá excedente, del cual el 50 % va al escurrimiento y el otro 50 % se suma al valor del excedente del subsiguiente mes; la suma se

distribuye de igual forma, hasta llegar a un mes donde no hay excedente, no se sumará pero se continuará dividiendo entre dos hasta acabar el último mes.

Balance hídrico

Estación: Potosí Departamento: Potosí Periodo: 1958 - 1982

Altura: 3950 m/s/n/m Latitud: S 19° 35` Logitud: W 65° 45`

	ETP	ETPcs	Pp.	Variación.	Recerva.	UC o ETR	Déficit	Excedente.	Escurremto.
ENE	99,1	25,8	87,6	0,0	100	25,8	0,0	61,8	45,1
FEB	80,4	21,0	73,9	0,0	100	21,0	0,0	52,9	49,0
MAR	111,0	28,9	66,6	0,0	100	28,9	0,0	37,7	43,3
ABR	130,3	34,0	13,2	-20,8	79,2	13,2	20,8	0,0	21,7
MAY	156,9	40,9	3,4	-37,5	41,7	3,4	37,5	0,0	10,8
JUN	142,7	37,2	1,1	-36,1	5,6	1,1	36,1	0,0	5,4
JUL	143,2	37,3	0,1	-37,2	0,0	0,1	37,2	0,0	2,7
AGO	166,3	43,3	4,3	0,0	0,0	4,3	37,2	0,0	2,7
SEP	144,9	37,8	15,2	0,0	0,0	15,2	22,6	0,0	0,7
OCT	161,1	42,0	21,1	0,0	0,0	21,1	20,9	0,0	0,3
NOV	125,8	32,8	42,8	10,0	10,0	32,0	0,0	10,0	5,3
DIC	99,9	26,0	77,7	90,0	100	26,0	0,0	51,7	28,4
TOTAL	1561,6	407	407			192,9			213,8

3.3. CÁLCULO DE PROBABILIDADES DE HELADA

En regiones templadas, o templado-frías, es importante conocer la estación de crecimiento, o sea el período en el cual puede desarrollarse un cultivo de siembra a cosecha. En estas regiones la estación de crecimiento comúnmente es determinada de la ocurrencia de la última (primavera) a la primera helada (otoño).

Para el cálculo de probabilidades de ocurrencia de primera y última helada se pueden utilizar tanto métodos gráficos (distribución acumulativa), como distribuciones continuas (normal, log-normal, etc.).



Las probabilidades de primera y última helada, así como el período libre de heladas se pueden calcular haciendo uso de la distribución acumulativa. Para ilustrar la aplicación de la distribución acumulativa, se utilizarán los datos de primera y última helada para los años en que éstas se presentaron en la estación climatológica de Chinoli-Potosí, para la serie histórica de 1963 a 1991.

Para calcular probabilidades con esta distribución, primero se necesita calcular la frecuencia acumulada (F_a). Ésta se obtiene:

Última helada:

$$F_a = 1 - \frac{K}{m + 1}$$

Primera helada:

$$F_a = \frac{K}{m + 1}$$

Donde:

K = Número de orden

m = Número de años con heladas

Ejemplo:

Para el 11 de marzo el valor de F_a sería:

$$F_a = \frac{K}{m + 1} = \frac{1}{20 + 1} = 0,0476$$

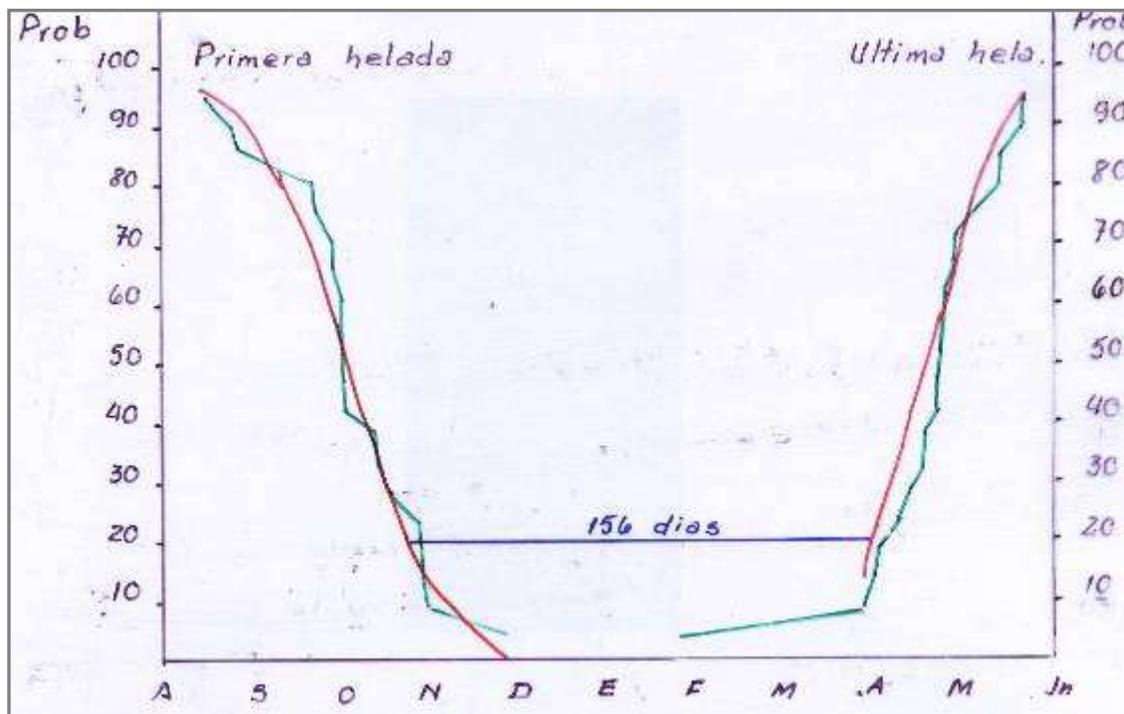
Para el 13 de septiembre el valor de F_a sería:

$$F_a = 1 - \frac{K}{m + 1} = 1 - \frac{1}{20 + 1} = 0,9524$$

Los valores de F_a así obtenidos, tanto por primera como última heladas se grafican y a partir de éstas se pueden calcular probabilidades.

El siguiente cuadro ofrece todos los valores calculados para la distribución acumulativa que determine las probabilidades de ocurrencia de la primera y última helada con los datos de la estación de Chinoli-Potosí.

FECHA	PRIMERA HELADA (K)	FA	FECHA	ÚLTIMA HELADA (K)	FA
Mar. 11	01	0.0476	Ago. 25	01	0.9524
Mar. 28	02	0.0952	Sep. 11	02	0.9048
Abr. 04	03	0.1429	Sep. 13	03	0.8571
Abr. 08	04	0.1905	Sep. 16	04	0.8095
Abr. 09	05	0.2381	Sep. 17	05	0.7619
Abr. 10	06	0.2857	Sep. 18	06	0.7143
Abr. 12	07	0.3333	Sep. 23	07	0.6666
Abr. 15	08	0.3810	Sep. 24	08	0.6190
Abr. 16	09	0.4286	Sep. 25	09	0.5714
Abr. 20	10	0.4762	Sep. 25	10	0.5238
Abr. 23	11	0.5238	Sep. 27	11	0.4762
May. 01	12	0.5714	Sep. 30	12	0.4286
May. 03	13	0.6190	Sep. 30	13	0.3810
May. 04	14	0.6666	Oct. 02	14	0.3333
May. 12	15	0.7143	Oct. 07	15	0.2857
May. 13	16	0.7619	Oct. 09	16	0.2381
May. 16	17	0.8095	Oct. 12	17	0.1904
May. 18	18	0.8571	Oct. 27	18	0.1429
May. 22	19	0.9048	Oct. 28	19	0.0952
Jun. 05	20	0.9524	Nov. 29	20	0.0476



3.4. PROBABILIDADES DE LLUVIA EN LA AGRICULTURA

La producción de los cultivos en áreas de secano está determinada en gran parte por la cantidad y oportunidad del agua de lluvia. En estas áreas, para desarrollar tecnología agrícola orientada a incrementar y estabilizar la producción de cultivos se requiere de un entendimiento de la variación en tiempo y espacio de los elementos climáticos y de su influencia sobre el rendimiento de los cultivos.



Bajo estas condiciones, la cuantificación de la precipitación pluvial en términos de probabilidad y no de promedios aritméticos resulta de primordial importancia, ya que en la mayoría de los casos, la lluvia es el factor clave para determinar el potencial de producción agrícola.

A través del cálculo de probabilidades de lluvia es posible determinar y optimizar varias actividades agrícolas, tales como: fechas de siembra, fechas de cosecha, duración del

período húmedo disponible para el desarrollo de cultivos, selección de especies tolerante a la sequía, práctica de captación de agua de lluvia, dosis de fertilizante para aplicar a un cultivo, necesidades de riego de los cultivos, etc.

En el cálculo de probabilidades de lluvia pueden utilizarse diversos métodos. El método a emplearse dependerá de los objetivos y de la precisión requerida, es decir, aquel que describa en forma razonable los datos observados. Entre estos métodos se pueden citar:

- a) El método de frecuencias
- b) La distribución acumulativa
- c) La distribución normal
- d) La distribución gama

a) Método de frecuencias

El método más simple para calcular las probabilidades de lluvia es agrupando los datos en clases de igual intervalo y que abarque el rango observado.

Para ilustrar este método, haremos uso de información de precipitación pluvial de Chinoli-Potosí, correspondiente al mes de diciembre.

Año	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
mm/mes	67	136	149	130	41	155	95	67	75	78	91	53	162	87	60

El valor más alto es de 162 mm y el más bajo 41 mm. Si se usan clases de intervalos de 20 mm. se obtiene:

Clase	Frecuencia
0 – 19	0
19 – 39	0
40 – 59	2
60 – 79	5
80 – 99	3
100 – 119	0
120 – 139	2
140 – 159	2
160 – 179	1
180 – 199	0

Una aproximación de la probabilidad de lluvia para una cantidad dada es obtenida dividiendo el número de veces que la cantidad seleccionada cae dentro de una clase por el número de años con registros.

Ejemplo:

¿Cuál es la probabilidad de que la precipitación mensual sea igual o mayor que 80 mm? P (lluvia ≥ 80 mm). Esta será igual a $8/15 = 0.53$ ó 53 %. Es decir 2 de cada 4 años para un periodo largo de tiempo la precipitación será igual o mayor que 80 mm.

4. Previsión del tiempo

La predicción del tiempo ha desafiado al hombre desde los tiempos más remotos, y buena parte de la sabiduría acerca del mundo exhibida por los diferentes pueblos se ha identificado con la previsión del tiempo y los almanaques climatológicos.

Con el uso de las primeras computadoras, fue posible aplicar las teorías fundamentales de la termodinámica y la hidrodinámica al problema de la predicción climatológica, y en nuestros días las grandes computadoras sirven para generar previsiones en beneficio de la agricultura, la industria y los ciudadanos en general.

Las observaciones mejoraron después de la década del cuarenta, cambiando viejos conceptos sobre la circulación atmosférica, y surgen nuevas teorías sobre la predicción del tiempo.

4.1. PREVISIONES METEOROLÓGICAS Y SUS MODIFICACIONES

Los métodos empleados en la previsión del tiempo han experimentado una serie de cambios rápidos desde la II Guerra Mundial en respuesta a los avances en la tecnología de los equipos informáticos, los satélites y las comunicaciones. Las investigaciones prosiguen con el mismo ímpetu, por lo que cabe esperar que se produzcan muchos más cambios en la próxima década.

4.1.1. Recogida de datos

Los datos recogidos por estaciones de superficie, radiosondas y satélites meteorológicos, son enviados a todos los centros conectados vía mensajes codificados, centralizando la Organización Mundial de Meteorología (OMM). Los informes intercambiados pueden estar disponibles hasta en una hora.

4.1.2. Transmisión de datos

Los mapas climatológicos elaborados por analistas expertos, son enviados con mayor rapidez a meteorólogos de campo mediante el uso de fax. Ciertos análisis de las condiciones en la atmósfera superior son realizados mediante computadoras, los cálculos matemáticos se traducen en mapas que se transmiten vía fax a las estaciones locales para su empleo en previsiones climatológicas numéricas.

4.1.3. Modelos climatológicos

La atmósfera es demasiado grande y compleja como para predecir con exactitud su comportamiento, incluso con los equipos más poderosos, pero es posible construir análogos matemáticos, o modelos, bastante realistas. En el modelo más simple sólo se predicen las condiciones a un único nivel.

Valiéndonos de las computadoras se pueden construir modelos climatológicos. (Centro europeo para la previsión meteorológica a plazo medio situado en Inglaterra).

Los modelos realizados al mismo tiempo pueden alcanzar nueve niveles. Las ecuaciones permiten calcular los cambios atmosféricos para cada nivel en tan sólo 10 minutos después de realizadas las observaciones. Se tiene resultados para las 12, 24, 36, 48 y 72 horas de modo automático sobre mapas y estos son transmitidos vía facsímil a las estaciones.

4.1.4. Interpretación de los datos

Los modelos no son representaciones perfectas de la atmósfera, ya que se ve afectado por las condiciones locales. Por tanto, las previsiones requieren habilidad interpretativa. Algunos meteorólogos pueden modificar de acuerdo a su experiencia.

Los métodos estadísticos basados en el comportamiento de la atmósfera durante un largo periodo de tiempo permiten la predicción con referencia a la conducta antes observada. Este método puede determinar la probabilidad de que se produzcan varios eventos alternativos (probable que nieve 20%, que llueva 50% y buen tiempo 30%). Una predicción categórica de lluvia sería de escasa utilidad para planificar muchas actividades.

4.1.5. Fiabilidad de las previsiones

La precisión de las previsiones meteorológicas es relativa, en los últimos años se le atribuye una precisión de 80 a 85% en plazos de un día. Los modelos numéricos han mejorado la exactitud de las previsiones meteorológicas en comparación a los métodos subjetivos, hoy es posible predicciones para periodos de hasta cinco días.

1.6. Esfuerzo por modificar el clima

Las precipitaciones son procesos complejos que no se conocen bastante. Trabajos teóricos sugieren que la precipitación se ve favorecida por la presencia de diminutos cristales de hielo. En época reciente, los meteorólogos han investigado la posibilidad de prevenir granizos o generar precipitaciones rociando las nubes con cristales de yoduro de plata.

El método de rociar estas nubes de baja temperatura con partículas de yoduro de plata, adoptado por muchas empresas comerciales, produjo resultados insatisfactorios, en especial cuando las partículas habían sido dispersadas por medio de generadores situados en tierra en vez de ser lanzadas desde aeroplanos.

Es posible conseguir que los cúmulos cálidos con corrientes ascendentes liberen lluvia por medio de pulverizaciones de agua o rociándolos con partículas de sal.



Respondamos:

Aplicando nuestros conocimientos y experiencias

1) Averigüemos las siguientes palabras:

Balance:

Índice:

Probabilidad:

Coordenada:

2) Especifica el tamaño de tu terreno. A continuación, menciona cada cuántos días riegas y que tiempo tardas en regar.

.....
.....
.....
.....

3) Averigüemos en qué consiste la práctica de *aforar*. Consultemos de qué manera se realiza esta medición.

.....
.....
.....
.....

Realicemos una práctica en el terreno, esta vez se tratara del mismo suelo.

4) Para conocer como está formado nuestro suelo, o sea las distintas capas que lo forman, debemos realizar una “calicata”, que consiste en una excavación de 1 metro de ancho por 1,5 metros de largo y 1,5 metros de profundidad. En ella observarás diferentes capas de distinto color y textura, que se llama horizonte del suelo. En el espacio en blanco dibuja el horizonte del suelo que observaste en la práctica y menciona sus características (si es arenoso, arcilloso, pedregoso, etc.).



5) Suponiendo que tu suelo tiene un 29 % de contenido de arcilla, calcula la capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez permanente (PMP).

.....
.....
.....
.....

6) Realiza el siguiente experimento:

Utiliza una maceta pequeña con una planta o en último caso una rama recién cortada con varias hojas. Tapa la rama o la planta con un frasco o un descartable previamente cortado. Al cabo de unas dos horas ¿qué puedes observar? Anota lo que distingues.

.....
.....
.....
.....

7) ¿Crees que las plantas transpiran igual que las personas? Si tu respuesta es afirmativa, ¿entonces por qué lugar u órgano transpiran?

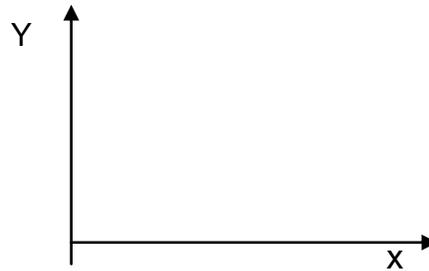
.....
.....
.....
.....

8) Explica en qué consiste el fenómeno de evaporación.

.....
.....
.....
.....

9) Aprendamos o repasemos como se realiza una gráfica. Si tengo coordenadas que relacionan edades (años) con talla (metros), promedio de varones, el eje de las X representa las edades y el eje de la Y representa la talla.

<i>Edad</i>	<i>Talla</i>
10	1,15
14	1,30
18	1,65
20	1,67
22	1,68
25	1,68
30	1,68



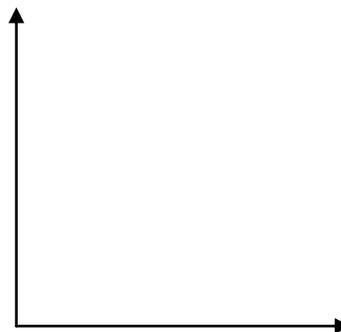
¿Cuál será la gráfica?

¿Esto quiere decir que si tengo 25 años puedo medir más que cuando tenía 22 años?
¿Por qué?

.....
.....
.....
.....

10) Realiza una gráfica con tus propios datos: relaciona la altura (cm) de las plantas con el tiempo en días.

X	Y



11) Encontramos la probabilidad de lluvia con los siguientes datos:

Año	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
mm/mes	148	85	79	60	58	52	38	37	30	25	24	22	18	15	6

El valor más alto es:..... y el más bajo es.....

Para las clases utiliza intervalos de 25 mm. El cuadro será:

Clases	Frecuencia
0 – 24	
125 –149	

¿Cuál es la probabilidad de que la precipitación mensual sea igual o mayor que 60 mm?

.....

.....

.....

.....

12) Utilizando la gráfica de probabilidad de heladas que tenemos en el texto, determina qué porcentaje de riesgo existe de que los cultivos sufran una helada si siembro el 25 de agosto.

.....

.....

.....

.....

BIBLIOGRAFIA

- MARISCAL, A. 1992. Agroclimatología. Potosí – Bolivia.
 VILLARPANDO, J.F. 1988. Evaluación de los Recursos Climáticos para la Agricultura en Bolivia. La Paz – Bolivia.
 CANDEL, R.V. 1972. Atlas de la Meteorología. Barcelona – España.
 DE FINA, A.L. 1979. Los Elementos Climáticos y los Cultivos. Buenos Aires – Argentina.
 HIDALGO, G.A. 1975. Métodos Modernos de Riego de Superficie. Madrid – España
 OLIVIER, H. 1969. Riego y Clima. México.
 -Ilustración: Atlas de la meteorología, “El maravilloso mundo de la ciencia”.

Anexo

Tabla para calcular los valores según lo registrado en los termómetros t (bulbo seco) y t' (bulbo húmedo) del Psicrómetro y en función a ello determinar la humedad relativa.

t	Décimos de grado (°C)									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	4,57	4,60	4,64	4,67	4,70	4,74	4,77	4,80	4,34	4,87
1	4,91	4,94	4,98	5,05	5,05	5,09	5,12	5,18	5,20	5,23
2	5,27	5,31	5,35	5,39	5,42	5,48	5,50	5,54	5,58	5,62
3	5,66	5,70	5,74	5,78	5,82	5,88	5,90	5,94	5,99	6,03
4	6,07	6,11	6,15	6,20	6,24	6,28	6,33	6,37	6,42	6,48
5	6,51	6,55	6,60	6,64	6,69	6,74	6,78	6,83	6,88	6,92
6	6,97	7,02	7,07	7,12	7,17	7,22	7,26	7,31	7,36	7,42
7	7,47	7,52	7,57	7,62	7,67	7,72	7,78	7,83	7,88	7,94
8	7,99	8,05	8,10	8,15	8,21	8,27	8,32	8,38	8,43	8,49
9	8,55	8,61	8,66	8,72	8,78	8,84	8,90	8,96	9,02	9,06
10	9,14	9,20	9,26	9,32	9,39	9,45	9,51	9,58	9,64	9,70
11	9,77	9,83	9,90	9,96	10,03	10,09	10,16	10,23	10,30	10,36
12	10,43	10,50	10,57	10,64	10,71	10,78	10,85	10,92	10,99	11,07
13	11,14	11,21	11,28	11,36	11,43	11,50	11,58	11,66	11,74	11,81
14	11,88	11,96	12,04	12,12	12,19	12,27	12,35	12,43	12,51	12,69
15	12,67	12,78	12,84	12,92	13,00	13,09	13,17	13,25	13,34	13,42
16	13,51	13,60	13,66	13,77	13,88	13,95	14,04	14,12	14,21	14,30
17	14,40	14,49	14,58	14,67	14,76	14,86	14,95	15,04	15,14	15,23
18	15,33	15,43	15,52	15,62	15,72	15,82	15,92	16,02	16,12	16,22
19	16,32	16,42	16,52	16,63	16,73	16,83	16,94	17,04	17,16	17,28
20	17,38	17,47	17,58	17,69	17,80	17,91	18,02	18,13	18,24	18,35

t'	Diferencia de los dos termómetros (t - t')											
	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6
0	68	55	52	49	47	44	41	39	36	34	31	29
1	60	57	54	52	49	48	44	41	39	37	34	32
2	62	59	58	54	51	49	46	44	42	39	37	34
3	63	61	58	56	53	51	49	46	44	42	40	38
4	65	62	60	57	55	53	51	48	46	44	42	40
5	66	64	62	59	57	55	53	51	48	46	44	42
6	68	65	63	61	59	56	54	52	50	48	46	45
7	69	67	64	62	60	58	56	54	52	50	48	47
8	70	68	66	64	61	60	58	56	54	52	50	48
9	71	69	67	65	63	61	59	57	55	54	52	50
10	72	70	68	66	64	62	61	59	57	55	54	52
11	73	71	69	67	65	64	62	60	58	57	55	53
12	74	72	70	68	66	65	63	61	60	58	58	55
13	75	73	71	69	68	66	64	63	61	59	58	56
14	75	74	72	70	68	67	65	64	62	61	59	57
15	76	74	73	71	69	68	66	65	62	62	60	59
16	77	75	74	72	70	69	67	66	64	63	61	60
17	78	76	74	73	71	70	68	67	65	64	62	61
18	78	77	75	73	72	70	69	67	66	65	63	62
19	79	77	75	74	73	71	70	68	67	66	64	63
20	79	78	76	75	73	72	70	69	68	66	65	64

Los datos "t" está en °C



**COORDINADORA REGIONAL
DE FERIA ORURO**

**COMISION EPISCOPAL
DE EDUCACIÓN - CEE**



**RED DE FACILITADORES DE EDUCACION
INTEGRAL ALTERNATIVA
RED FERIA**