



GOBIERNO DEL
ESTADO DE
MÉXICO



ESTADO DE
MÉXICO
¡El poder de servir!

CAMPO
SECRETARÍA DEL CAMPO

ICAMEX
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
CAMPECOLAS EN FERTILIZANTES, AGRICULTURA
Y FORESTAL DEL ESTADO DE MÉXICO



COLECTA, SANEAMIENTO
Y USO EFICIENTE DEL
**AGUA DE
LLUVIA**





COLECTA, SANEAMIENTO Y USO EFICIENTE DEL **AGUA DE LLUVIA**



Primera edición 2024
DR © Gobierno del Estado de México
Secretaría del Campo
Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria,
Acuícola y Forestal del Estado de México-ICAMEX.
Tel.: 722 232 26 41.

Correo electrónico: icamexdg@edomex.gob.mx
Página web: icamex.edomex.gob.mx



Impreso y hecho en México

Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra -incluyendo las características técnicas, diseño de interiores y portada- por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía, el tratamiento informático y la grabación, sin la autorización previa del Gobierno del Estado de México. Si usted desea hacer una reproducción parcial de esta obra sin fines de lucro, favor de contactar al Consejo Editorial de la Administración Pública Estatal.

La distribución de esta obra es gratuita.





Contenido

Introducción	1
El agua	1
Cuencas hidrológicas de México	2
Regiones hidrológicas en el Estado de México	2
El ciclo del agua	2
La evaporación	3
La condensación	3
Las nubes	4
La precipitación	6
Colecta de agua de lluvia	6
Saneamiento o purificación (filtración)	7
Almacenamiento	7
Uso eficiente del agua	8
Uso eficiente del agua de lluvia en el sector pecuario	9
Bibliografía	10



INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.

El agua tiene valor económico, social y ambiental en todos los usos a los que se destina, por tanto, su análisis, administración, planificación y la gestión integrada a este elemento, deben contemplar las relaciones existentes entre la economía, sociedad y medio ambiente, en el marco geográfico mundial y sus cuencas.

A pesar de ello, los seres humanos parece que se empeñan en degradarlo y usarlo ineficazmente, suponiendo por ignorancia o por inconciencia que se trata de un recurso natural infinito del que se puede disponer libre e ilimitadamente, desgraciadamente, esto no es así.

Es un elemento indispensable para la vida en nuestro planeta. Por ello, y de acuerdo con la información histórica, se tienen registros de que las grandes civilizaciones se desarrollaron a lo largo de las riveras de importantes ríos y cuerpos de agua. Una de las principales razones del asentamiento de estas comunidades es que no solo se disponía de agua, sino también que se podían cultivar las tierras para obtener el alimento necesario para toda la población.

En la superficie de la Tierra hay uno billón 360 millones de km^3 de agua, que se distribuyen de la siguiente forma:

- Un billón 320 millones de km^3 (97.2 %) son agua de mar.
- 40 millones de km^3 (2.8 %) son agua dulce, de los cuales:
 - 25 millones de km^3 (1.8 %) como hielo.
 - 13 millones de km^3 (0.96 %) como agua subterránea.
 - 250,000 mil km^3 (0.02 %) en lagos y ríos.
 - 13,000 km^3 (0.001 %) como vapor de agua.



Cuencas hidrológicas de México

México cuenta con 37 regiones hidrológicas, repartidas en todo su territorio, de acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Regiones hidrológicas del Estado de México

En lo referente al Estado de México, este tiene la influencia de tres grandes cuencas, las cuales se registran como:

- Nororiente Valle de México-Pánuco (RH-26).
- Suroriente y Poniente, Balsas (RH-18).
- Lerma-Santiago (RH-12).

La región hidrológica RH-12 Lerma-Santiago

Con la cuenca río Lerma-Toluca cubre el 23.76 % de la superficie estatal. Drena las aguas del centro de la entidad en dirección hacia el noroeste, a través del río Lerma que desemboca en el lago Chapala (Jalisco) y vierte sus fluidos al océano Pacífico, a través del río Grande de Santiago.

El río Lerma nace en la laguna de Almoloya del Río y tiene una extensión total de 708 km, de los cuales 125 de recorrido están dentro del Estado de México. La entidad recibe las aguas de los ríos: Almoloya del Río, Oztolotepec, Atlacomulco, Tlalpujahua, Jaltepec, Gavia, Tejalpa, Verdiguil y Sila.

La región hidrológica RH-18 Balsas

Cubre el 41.81 % de la superficie estatal, drenando las aguas del sur y del oeste de la entidad hacia el río Balsas que vierte sus aguas al océano Pacífico. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son: Río Cutzamala (22.95 %), Río Grande de Amacuzac (12.06 %), Río Balsas-Zirándaro (6.07 %) y Río Atoyac (0.73 %).

La región hidrológica RH-26 Pánuco

Con la cuenca del río Moctezuma cubre el 34.43 % del territorio estatal, drenando las aguas del norte y este de la entidad hacia el río Pánuco para verter sus aguas al Golfo de México.

Los principales depósitos naturales de agua del estado son: la laguna de Zumpango, el lago de Nabor Carrillo, las presas de Valle de Bravo, Villa Victoria, Huapango, San Andrés Tepetitlán, Guadalupe, José Antonio Alzate e Ignacio Ramírez.

El ciclo del agua

En el Estado de México, los índices de precipitación son variables, en la zona noreste con 300 mm y en el sur con 1,200 mm, con un promedio de 800 mm. Por lo cual el desarrollo de la agricultura se basa primordialmente en cultivos de temporal.

La evaporación

Es el principal proceso mediante el cual el agua cambia de estado líquido a gaseoso, en forma de vapor es cómo los océanos se retornan e ingresan a la atmósfera, cerrado el ciclo. Diversos estudios han demostrado que los mares, lagos y ríos proveen alrededor del 90 % de humedad a la atmósfera por medio de este proceso y el restante 10 % proviene de la transpiración de las plantas.

El calor es necesario para que ocurra la evaporación. La energía es utilizada para romper los enlaces que mantienen unidas a las moléculas de agua, es por esto, que se evapora más fácilmente en el punto de ebullición (100 °C, 212 °F), pero lo hace más lentamente en el punto de congelamiento, cuando la humedad relativa del aire es del 100 %, que es el punto de saturación, lo que hace que no pueda continuar ocurriendo. Este proceso toma calor del ambiente y la piel durante la transpiración se refresca.

La mayor parte del evaporamiento de los océanos, retorna sobre los mismos como precipitación, solamente un 10 % es transportada hacia tierra firme, una molécula de agua permanece alrededor de diez días en el aire.

Si bien la atmósfera no es un importante almacenador de agua pero siempre esta presente, es una vía rápida donde los líquidos utilizan para moverse por el globo terráqueo. Las nubes son la forma más visible de presencia de humedad el cielo, pero incluso el aire limpio contiene estas partículas, son muy pequeñas no por lo cual no son visibles. El volumen de agua en esta parte de la Tierra, en cualquier momento es alrededor de 12,900 km³ (3,100 mi³), si toda esta cayera como lluvia al mismo tiempo, cubriría la superficie terrestre con una capa de agua de 2.5 cm de espesor, alrededor de una pulgada.

La condensación

La condensación es el proceso por el cual el vapor de agua del aire se transforma en agua líquida, y es importante para el ciclo del agua ya que forma las nubes, estas nubes pueden producir precipitación, la cual es la principal forma que el agua regresa a la Tierra. La condensación es lo opuesto a la evaporación, la condensación es responsable también de la niebla, de que se empañen tus lentes cuando pasas de un cuarto que está frío a uno más cálido, de la humedad del día, de las gotas que escurren por el lado de afuera de tu vaso y de las gotas que se forman del lado de adentro de las ventanas cuando el día esta frío.

Incluso en aquellos días en que el cielo está completamente despejado de nubes, el agua sigue presente en forma de vapor de agua y pequeñas gotas demasiado pequeñas como para ser vistas. Las moléculas de agua se combinan con diminutas partículas de polvo, sales y humo (núcleos de condensación) para formar gotas de nube, cuando las gotas de nube se juntan entre si crecen en tamaño, formándose las nubes y la precipitación puede suceder.

Los núcleos de condensación son partículas microscópicas presentes en la atmósfera que facilitan la formación de las gotas de las nubes.

Su tamaño medio es alrededor de la centésima parte del tamaño de la gota de agua de una nube, cuando el aire húmedo llega a la saturación, empieza el proceso de condensación desde el estado gaseoso al estado líquido, pero este proceso necesita de una superficie, cuanto más higroscópica mejor, para que el proceso tenga lugar a la temperatura de saturación o del punto de rocío. En ausencia de núcleos de condensación el proceso espontáneo de formación de gotículas de agua puede no producirse llegando a alcanzar hasta el 400 % de sobresaturaciones.

La presencia de núcleos de condensación en la atmósfera es por tanto muy importante en los procesos de formación de las nubes, una gota de agua de lluvia normal es de unos 2 mm de diámetro, la gota típica de una nube es de unos 0.02 mm y un núcleo de condensación medio es del orden de una micra de diámetro. La cantidad de núcleos de condensación en la atmósfera es entre 100 y 1,000 núcleos por cm^3 , la masa total de núcleos de condensación que llegan a la atmósfera ha sido estimada en 2 billones de kg al año.

Existen muchos tipos diferentes de partículas atmosféricas que pueden actuar como núcleos de condensación, pueden ser polvo, barro o residuos procedentes de combustiones diversas, sal marina de los rociones de las olas, cenizas volcánicas, procesos del fitoplancton o de oxidación de la materia orgánica. La capacidad de cada una de las partículas para formar gotas de agua de nube varía según su tamaño, composición y propiedades higroscópicas. Por ejemplo, los sulfatos y la sal marina facilitan la condensación de forma muy activa, en tanto que el carbón orgánico o los minerales lo hacen menos. Una de las áreas de estudio es el papel del fitoplancton en la producción de núcleos de condensación (CLAW hypothesis).

El fitoplancton produce sulfuro de dimetilo (DMS), que a su vez es la fuente de las partículas de sulfatos que actúan como núcleos de condensación (el DMS es el responsable del característico "olor a mar"). Extensas capas de algas en las aguas superficiales de los océanos, aparecen en un amplio rango de latitudes y liberan gran cantidad de DMS. La idea de que el aumento de la temperatura global pueda incrementar la actividad del fitoplancton y por tanto la de los núcleos de condensación ha sido vista como un fenómeno natural que podría ayudar a contrarrestar el cambio climático y está en proceso de estudio y debate científico.

Las nubes

Nubes altas

Están compuestas principalmente por cristales de hielo y son bastante finas, usualmente aparecen blancas excepto al amanecer y anochecer, donde por un fenómeno óptico aparecen en colores rojos, naranja, etcétera. Las más comunes son los Cirrus. Usualmente se mueven de W a E, indicando los vientos prevalentes a esa altura.

Cirruscumulus (Cc), Cirrusstratus (Cs) y Cirrus (Ci).

Nubes medias

Están compuestas por gotas de agua y cuando las temperaturas bajan lo suficiente, pueden contener algunos cristales de hielo, entre ellas encontramos:

Alto cumulus (Ac) y Altostratus (As).

Nubes bajas

Están generalmente formadas por gotas de agua, cuando el ambiente está muy frío puede contener partículas de hielo y nieve, las cuales son:

Nimbostratus (Ns), Stratocumulus (Sc) y Stratus (St).

Cumulus

Son nubes de desarrollo vertical y generalmente se asocia como un trozo de algodón, su base generalmente es recta. Dentro de estos se realizan distintas clasificaciones que dan cuenta del proceso de desarrollo vertical de la misma. Existe por ejemplo y que se les hace llamar comúnmente “cumulus de buen tiempo”.

Cumulus (Cu)

Éstos, una vez formados, el perfil de estabilidad de la troposfera determina su crecimiento. Cuando el aire ambiente es estable por encima, el crecimiento se inhibe, si es inestable, entonces el movimiento vertical se acelera y los topes de las nubes aumentan, asimismo cuando el ambiente es inestable hasta grandes altitudes, el crecimiento muestra en el tope una forma de “coliflor” se le llama congestus o torre, las que dan una precipitación intensa (chaparrón).

Cumulus Congestus

Si los cumulus congestus continúan desarrollándose, o sea creciendo verticalmente, se convierten en cumulonimbus.

Cumulonimbus (Cb)

Los cumulonimbus son nubes de tormenta, su base está a no más de 600 m sobre la superficie y su tope puede llegar hasta la tropopausa (10,000 m), esta nube puede formarse aisladamente o conformando una “pared” provocando fenómenos severos como, granizo, rayos, truenos, ocurren dentro de un Cumulonimbus.

Un cohete con características especiales de acuerdo a su carga de pólvora, “pólvora gris” (variante de acuerdo al volumen o dimensiones), que realiza la acción de impulso, llevaría a un máximo de altura de 500 m, aproximadamente, sobre la superficie. Si analizamos la altura que tienen las nubes de tormenta como Cumulonimbus (Cb) de 600 a 10,000 m sobre la superficie o Cumulus congestus de 600 a 2,000 m sobre la superficie.

Sería básicamente difícil la penetración a un área que pudiera afectar la formación de la nube o realizar la desintegración de esta, si nos basáramos en la segunda acción del cohete, que es la explosión y que está supeditada a la carga de pólvora negra, cuya aplicación científica está dada a la acción de la generación de una onda expansiva y no a la explosión como tal. Donde la velocidad de sonido en el aire es de 344 m por segundo a 20 °C, aumentando a tres segundos por kilómetro, en aumento de la temperatura de 0.17 % por grado centígrado.

La acción de onda expansiva va más dirigida a la desintegración de los cristales de hielo formados (granizo) y en mínimamente a los núcleos higroscópicos, formadores de nubes (condensación), que se localizan entre los 1,000 y 2,000 m de la superficie terrestre. Más allá de la desintegración de las nubes por el lanzamiento de cohetones, se podría afirmar que la acción de la explosión lanzaría partículas en combustión con altos contenidos de azufre, mismos que formarían gotas de lluvia por la acción higroscópica que tiene estas sustancias.

La precipitación

Esto ocurre debido a diversos factores, como se mencionó anteriormente. Por ejemplo, una gota de agua de lluvia normal tiene un diámetro aproximado de 2 mm. Cuando se alcanza el punto de saturación, el agua llega a su límite máximo y, debido a cambios en la temperatura o diferencias de presión, la superficie ya no puede soportar la carga de la nube, lo que provoca la precipitación. Se estima que solo el 10 % del agua evaporada de los océanos se precipita sobre la superficie terrestre, y esto puede presentarse en diferentes formas: gotas de agua líquida o cristales de hielo (granizo).

Colecta de agua de lluvia

Durante mucho tiempo, sobre todo en aquellas regiones donde la escasez de este preciado líquido es constante, se han realizado gran cantidad de métodos de colecta o captación de agua de lluvia, dentro de los que destaca el uso de las cubiertas (techumbres) de las viviendas o cobertizo, empleados como almacenes, establos y otros lugares. Conectados por medio de canaletas, elaboradas de distintos materiales, tales como barro (tejas), láminas galvanizadas o tubos de PVC seccionados por la mitad, los cuales son dirigidos a depósitos (piletas), tinacos, tambos de distintos materiales, como lámina o PVC, y últimamente a cisternas.

En la actualidad se ha incrementado esta práctica para coleccionar mayores volúmenes, ya que se ha visto la necesidad de su captación no solo para el uso doméstico sino también para ser aprovechada en la producción agropecuaria, esto aunado al empleo de tecnologías, como el uso de cubiertas plásticas para la producción de especies hortícolas y florícolas.

En el Estado de México, los índices de precipitación son variables y van en la zona noreste con 300 mm hasta el sur con 1,200 mm, con un promedio de 800 mm. Por lo cual el desarrollo de la agricultura se basa primordialmente en cultivos de temporal.

Con los datos de las dimensiones que se tienen de las cubiertas, se puede calcular fácilmente el volumen de agua que se puede captar en un periodo de lluvias, de acuerdo al índice de precipitaciones que se tiene en cada una de las regiones.

Como ejemplo: si tenemos una cubierta cuyas dimensiones sea de 6 m de largo por 3 m de ancho, tendríamos una superficie de $(6 \times 3 \text{ m}) 18 \text{ m}^2$, esta superficie la multiplicaremos por el promedio de precipitaciones del lugar, en este caso tomaremos el promedio estatal que es 800 mm anuales, lo cual nos daría un resultado de 14,400 litros de agua de lluvia, que podríamos captar durante el periodo de lluvias.

Saneamiento o purificación (filtración)

El mantener el agua de lluvia apta para ser consumida como agua potable es de suma importancia, eliminar agentes contaminantes que pudiera traer, y no solo para ser empleada para consumo humano sino así mismo para el uso pecuario y agrícola. Sobre el proceso de formación de las gotas de lluvia, se ha mencionado la importancia que tienen los núcleos de condensación, estos son en muchas ocasiones partículas microscópicas de agentes contaminantes, que son emitidas en distintas regiones del planeta por donde se mueven las corrientes de aire, lo que conlleva sobre todo al inicio de los temporales, las primeras lluvias llevan gran cantidad de contaminantes.

Cuando estos contaminantes se combinan con vapor de agua, luz solar y oxígeno en la atmósfera, crean una "sopa" diluida de ácidos sulfúrico y nítrico. Una vez que esta mezcla es arrastrada por las lluvias, también como partículas secas, aumenta la acidez de los lagos y arroyos de agua dulce (y en algunos casos del suelo), reduciendo así el valor de su pH. La escala pH mide la acidez y la alcalinidad. Una solución con un pH 7 es neutra, cualquier valor superior es alcalino y los valores inferiores son ácidos. Es una escala logarítmica, por lo que cada entero es equivalente a un factor de 10. Así, un pH 6 es diez veces más ácido que un pH neutro y un pH 5 cien veces más (Blank *et al.*, 1988).

No únicamente se dan sustancias inorgánicas, sino además están todos los desechos orgánicos, que al igual que los inorgánicos se combinan con el vapor de agua, los cuales se generan en las grandes urbes y en zonas rurales con suelos desprotegidos de cobertura vegetal, causando erosión eólica, causando efectos sanitarios nocivos en la salud humana. Por eso la importancia de la implementación de sistemas de filtrado, para eliminar lo más posible dichos agentes.

El sistema de filtrado recomendado comienza con la caída del sistema de conducción hacia un contenedor, creando una cascada artificial generadora de la oxigenación del agua. En el primer contenedor inicia con una trampa de aceite o partículas ligeras o flotantes, del mismo modo este contenedor retiene las partículas más pesadas que se precipitan al fondo de este. Dando paso al segundo contenedor por la parte superior, donde se inicia un filtrado de sustancias gaseosas diluidas en el agua de lluvia, el sistema de filtrado está constituido por materiales minerales tales como arenas, gravas, tepojales, tezontles y carbón vegetal, en el orden que se describe la imagen, este modelo de contenedor se puede replicar tantas veces como sea posible con el objeto de dar mayor potabilidad al agua colectada y poder tener en el almacenamiento agua de calidad.

Almacenamiento

La implementación de estructuras acordes a la superficie o espacios con que se cuenta, pueden ser limitantes para contar con almacenamientos para la colecta del agua de lluvia, aunada a los altos costos para construcciones de cisternas de ferro cemento o presupuesto para la adquisición de cisternas comerciales.

Con mínimo de materiales y conocimiento se pueden fabricar “cisternas superficiales”, empleando películas plásticas vulcanizadas, de acuerdo a estructuras existentes, paredes, azoteas, jardines o espacios baldíos, entre otros.

Aprovechando la estructura “cobertizo” del sistema de captación y riego del nvernadero, se construyó un muro falso de 60 cm de ancho por 6 m de largo por 2.20 m de alto. Lo que nos generaría una superficie aprovechable para la construcción de una cisterna superficial de 7,920 litros, que capta el agua de lluvia del mismo cobertizo (14,400 litros por temporada). Este tipo de estructura se puede realizar con materiales de la región, no necesariamente estructuras metálicas sino se cuenta con ellas, se puede emplear madera, malla ciclónica, materiales que den la resistencia para contener la carga que ejercerá el agua.

Con una lámina de papel teflón y una plancha se pueden realizar estructuras con películas plásticas, de preferencia de color negro vulcanizando, pegándolas y formando figuras geométricas, acordes a las dimensiones con que se cuenta.

Uso eficiente del agua

La falta o la inapropiada distribución espacio-temporal de la lluvia hace necesario el riego.

Esta actividad tiene como objetivo dotar la cantidad de agua requerida por los cultivos, en sus diferentes etapas de crecimiento, de forma tal que no se produzcan reducciones en la producción de alimentos. El riego es necesario e incluso imprescindible para la producción en las zonas semiáridas y áridas. Por otro lado, el riego produce efectos ambientales que favorecen el crecimiento apropiado de los cultivos pues genera un microclima que disminuye la temperatura en las épocas cálidas y la aumenta en las frías, reduce los riesgos de golpe de calor y de heladas. Sin embargo, es importante mencionar que el aporte de agua debe realizarse con la máxima eficiencia, a fin de evitar efectos no deseados (erosión, salinización, etcétera.) que reduzcan o incluso imposibiliten la producción.

La irrigación es una práctica agrícola de abastecimiento de agua a los cultivos, donde y cuando el abastecimiento natural no es suficiente para cubrir las necesidades hídricas de las plantas. Hoy en día, el riego constituye una actividad imprescindible para la rentabilidad de la agricultura prácticamente en cualquier región del planeta.

De acuerdo con la forma del suministro del agua a las plantas, la irrigación puede ser clasificada en dos categorías: irrigación por gravedad e irrigación presurizada.

La irrigación por gravedad presenta ventajas en el ahorro de energía, pero su empleo se limita a zonas topográficamente favorables y con la desventaja de presentar un gran derroche de agua.

La irrigación presurizada necesita menos mano de obra, presenta una mayor uniformidad de distribución del agua sobre el terreno, un menor consumo de agua y sus sistemas se adaptan fácilmente a los diversos tipos de suelo, cultivo, clima y topografía del terreno.

Como consecuencia de lo anterior, en las últimas décadas, los sistemas de irrigación presurizada han tenido mayor auge, sobretudo en regiones donde se requiere mayor productividad agrícola y donde el volumen de agua disponible es un factor crítico.

Sistemas de riego presurizado

- Riego por goteo.
- Riego por goteo, espagueti con estacas.
- Riego micro aspersión.

Uso eficiente del agua de lluvia en el sector pecuario

El empleo de las cisternas superficiales se puede implementar en perímetro de corrales, establos e instalaciones pecuarias bajo el mismo sistema de captación, conducción, filtrado y almacenamiento, con el propósito de mantener una cuota razonable para dar de beber algunos animales en épocas de estiaje.

Tabla 1. Necesidades del consumo de agua en las especies animales domésticas. (Hernández Benedi, 1984).

ESPECIE ANIMAL	NECESIDADES DE AGUA	OBSERVACIONES
Bovinos adultos	50-70 litros / animal / día por peso y producción: 7-9 litros / 100 kg de peso vivo, (en vacuno lechero y de carne), más 3-5 litros / kg de leche producida por la dieta: 4-5 litros / kilogramo de materia seca	Menor cantidad ingerida cuando consumen forrajes frescos, ensilados, etcétera, y también en vacas secas.
Terneros	15 - 30 litros / animal / día	Hasta 6 meses de edad
Ovinos y caprinos	4 litros / ovino / día (cuando consumen alimentos secos) 6-12 litros / caprino / día 6 litros / ovino / día (lactación) por la dieta: 2-3 litros / kg de materia seca en ovino y 4-5 litros / kg en caprino	Menor cantidad cuando consumen alimentos frescos.
Corderos de cebo	2-3 litros / animal / día	Menor consumo con forrajes frescos.
Cerdas en gestación	12-15 litros / animal / día	
Cerdas lactantes	15-25 litros / animal / día	
Cerdos cebo recrío	De 50-100 kilogramos 5-10 litros / animal / día De 20-50 kilogramos 3-4 litros / animal / día	
Aves	1er día de vida: 15-80 cm ³ / pico / día 2do mes: 80-125 cm ³ / pico / día 3º al 6º mes: 125-150 cm ³ / pico / día	
Ponedoras	150 - 250 cm ³ / pico / día	En general el consumo aproximado es el doble de la materia seca a una temperatura de gallinero de 16 °C.
Conejos	250-700 cm ³ / animal / día, según la edad y estado de los animales, cuando están alimentados con materias secas. En lactación alrededor de 2 litros / cabeza / día	

Observaciones: el consumo de agua es variable en función de la temperatura ambiente, factor muy influyente en las necesidades y consumo de agua, siendo mínimo a 4 °C que se incrementa progresivamente y es bastante grande cuando el valor térmico es igual o mayor a 30 °C. En gallinas el consumo se disparará por encima de 38 °C.

Observaciones: el consumo de agua es variable en función de la temperatura ambiente, factor muy influyente en las necesidades y consumo de agua, siendo mínimo a los 4 °C que se incrementa progresivamente y es bastante grande cuando el valor térmico es igual o mayor a 30 °C. En gallinas, el consumo se disparará por encima de 38 °C.

Bibliografía

García G., Mario E.; Ramírez S., Hermes U.; Meulener P., Ángel R.; García C., Faustino O.; Alcalá G., Jaime; Arellano C., Jesús; Espinosa M., Martha L.; De la Torre V., Odila. *Influencia de los contaminantes SO₂ y NO₂ en la formación de lluvia ácida en la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México*, e-Gnosis, núm. 4, 2006, p. 10 Universidad de Guadalajara; Guadalajara, México.

Granados Sánchez, D.; López Ríos, G. F.; Hernández García, M. Á. *LA LLUVIA ÁCIDA Y LOS ECOSISTEMAS FORESTALES*, Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. 16, núm. 2, julio-diciembre, 2010, pp. 187-206, Universidad Autónoma Chapingo, México.

Sanhueza, Eugenio; Santana, Magaly; Donoso, Loreto; Pacheco, Milexi. *Química atmosférica en la gran sabana III: composición iónica y características ácido-básicas de las lluvias Interciencia*, vol. 30, núm. 10, octubre, 2005, pp. 618-622, Asociación Interciencia Caracas, Venezuela.

La lluvia ácida: un fenómeno fisicoquímico de ocurrencia local Revista Lasallista de Investigación, vol. 1, núm. 2, 2004, pp. 67-72 Corporación Universitaria Lasallista Antioquia, Colombia.

Zavaleta-Mejía E. 2001. *Alternativas Ecológicas para el Manejo de Enfermedades en Hortalizas Memorias, Curso Enfermedades de Hortalizas*, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Dirección De Sanidad Vegetal, SAGARPA.

Montes De Oca, 2009 *Validación de Humus de Lombriz y Compostas en el Mejoramiento del Suelo, en la Producción de Liliun* Reporte Final, ICAMEX, Fundación Produce México, Metepec México.

Montes De Oca, 2009 *Validación de Humus de Lombriz y Compostas en el Mejoramiento del Suelo, en la Producción de Nardo en él; El Islote. Municipio De Villa Guerrero*. Reporte Final, ICAMEX, Fundación Produce México, Metepec México.

Lira Saldívar, Ricardo H. 2003, *Fisiología Vegetal*, ED. Trillas.

CONAGUA, Comisión Nacional del Agua, *Anuario estadístico*, Ciudad de México. 2014.





COLECTA, SANEAMIENTO Y USO EFICIENTE DE AGUA DE LLUVIA



Esta publicación se elaboró en el mes de julio de 2024.

La edición es digital y estuvo al cuidado del **Ing. Everardo Lovera Gómez**, director general de la **Ing. María del Rosario Gomora Hernández**, directora de Apoyo Técnico y Divulgación y del **Ing. Valente López Hernández**, encargado del despacho de la Dirección de Investigación.

La contribución sustancial y la concepción de información fue recabada por el **Ing. L. Manuel Montes de Oca Castro**, investigador del ICAMEX, la formación y diseño editorial a cargo de **Samuel Octavio Guadarrama Díaz**, encargado del área de Difusión del ICAMEX.

ICAMEX

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y
CAPACITACIÓN AGROPECUARIA, ACUÍCOLA
Y FORESTAL DEL ESTADO DE MÉXICO

Es un organismo público descentralizado, encargado de generar, validar y transferir tecnologías básicas y aplicadas en materia agropecuaria, acuícola y forestal, así como brindar capacitación a los productores y técnicos.



GOBIERNO DEL
ESTADO DE
MÉXICO



ESTADO DE
MÉXICO
¡El poder de servir!

CAMPO
SECRETARÍA DEL CAMPO

ICAMEX
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA EN AGRICULTURA, PESQUERA,
Y FORESTAL DEL ESTADO DE MÉXICO