

Categoría de Ficha	Medidas Relacionadas	Estándares Internacionales relacionados con la medida	Plazo de Implementación
<p>Las fichas Categoría A son medidas de sostenibilidad bioclimáticas valoradas como una práctica básica y necesaria como primer paso para la implementación de otras actividades, incluidas en: Manual de agricultura sostenible con énfasis en biodiversidad y cambio climático</p> <p style="font-size: 48pt; text-align: center;">A</p>	<p>8 Optimización de plaguicidas sintéticos</p> <p>12 Estimación de huella de carbono</p> <p>26 Optimización del sistema de riego (SMH)</p>	<p>Estándar para Agricultura Sostenible de Rainforest Alliance 2020, V1.3 Requisitos: 4.5.1, 5.7.4</p> <p>Criterio de Comercio Justo- para Organizaciones de Pequeños Productores 2019, V2.5. Requisito: 3.2.42</p> <p>Estándar de Agricultura Sostenible para Cultivos 2020, V2-2. Indicador: 4.3.22</p> <p>Aseguramiento Integrado Finca-Global GAP V5.4-1. Puntos de Control: CB/7.3.6,</p>	<p>Hasta 2 años</p>

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

GIZ Costa Rica: giz-costa-rica@giz.de
Elaborado: Mayo 2023 M.Sc. Mauricio Salas V

Uso de datos meteorológicos



Descripción de la medida

El cambio climático tiene efectos tanto directos como indirectos en los sistemas agroalimentarios, esto se debe a regímenes de precipitaciones y temperaturas cambiantes e impredecibles, una mayor incidencia de fenómenos meteorológicos extremos y catástrofes como sequías¹ e inundaciones y brotes de plagas y enfermedades. Estos problemas combinados con la gran demanda de agua asociada al crecimiento del sector agrícola hacen este sector especialmente vulnerable al cambio climático²; razón por lo cual una previsión agrometeorológica³ fiable y a tiempo puede favorecer una respuesta adecuada.

El Banco Mundial destaca la importancia de una agricultura climáticamente inteligente, en donde se implementen prácticas comprobadas e innovadoras que permitan aumentar la productividad, mejorar la resiliencia al cambio climático y reducir las emisiones de Gases de efecto Invernadero (GEI) provocadas por la actividad agrícola⁴. La [FAO](#) por su parte, lo define como un enfoque dirigido a proporcionar los medios para incorporar medidas de adaptación y mitigación en políticas, programas e inversiones para el desarrollo agrícola sostenible⁵.

Bajo este contexto, una acción climáticamente responsable, es el uso sistemático de información de las variables climáticas (precipitación, temperatura, radiación, viento, otros) en los sistemas agroproductivos. En donde, a partir de datos provistos por fuentes locales e internacionales confiables así como los obtenidos de las estaciones meteorológicas localizadas en finca, la persona productora pueda realizar análisis aplicables



a su realidad y tomar decisiones de manera informada y oportuna para direccionar y optimizar diferentes prácticas como siembra, cosecha, fertilización, irrigación, control de plagas y enfermedades; así como diseñar planes de adaptación e implementar sistema de [alerta temprana](#) ante riesgos naturales ocasionados por cambios adversos en el clima o eventos meteorológicos extremos.

Esta medida busca incentivar el uso de datos meteorológicos por parte de la persona productora para la toma de decisiones, destacando la importancia del manejo de estaciones meteorológicas funcionales en finca, dirigidas a incrementar productividad, disminuir costos e impactos ambientales y promover un uso racional de los recursos naturales.

¹ América Central, por ejemplo, ha sufrido el impacto de diversos eventos hidrometeorológicos extremos, dentro de los cuales se destaca la sequía. Esta ha tenido efectos adversos de distinta índole en la región denominada como el Corredor Seco Centroamericano, incluyendo dificultades sobre la disponibilidad y acceso del recurso hídrico y problemas sanitarios significativos (CSC). [UCR, 2018](#)

² La agricultura y los recursos naturales. [BID, 2014](#)

³ La agrometeorología es la ciencia que estudia las condiciones meteorológicas, climáticas e hidrológicas y su interrelación en los procesos de la producción agrícola. [IMHPA, 2021](#).

⁴ Agricultura climáticamente inteligente. [Banco Mundial, 2017](#)

⁵ Agricultura climáticamente inteligente. [FAO, 2023](#).

Beneficios en la implementación de la medida

Aportes en biodiversidad y gestión del cambio climático:

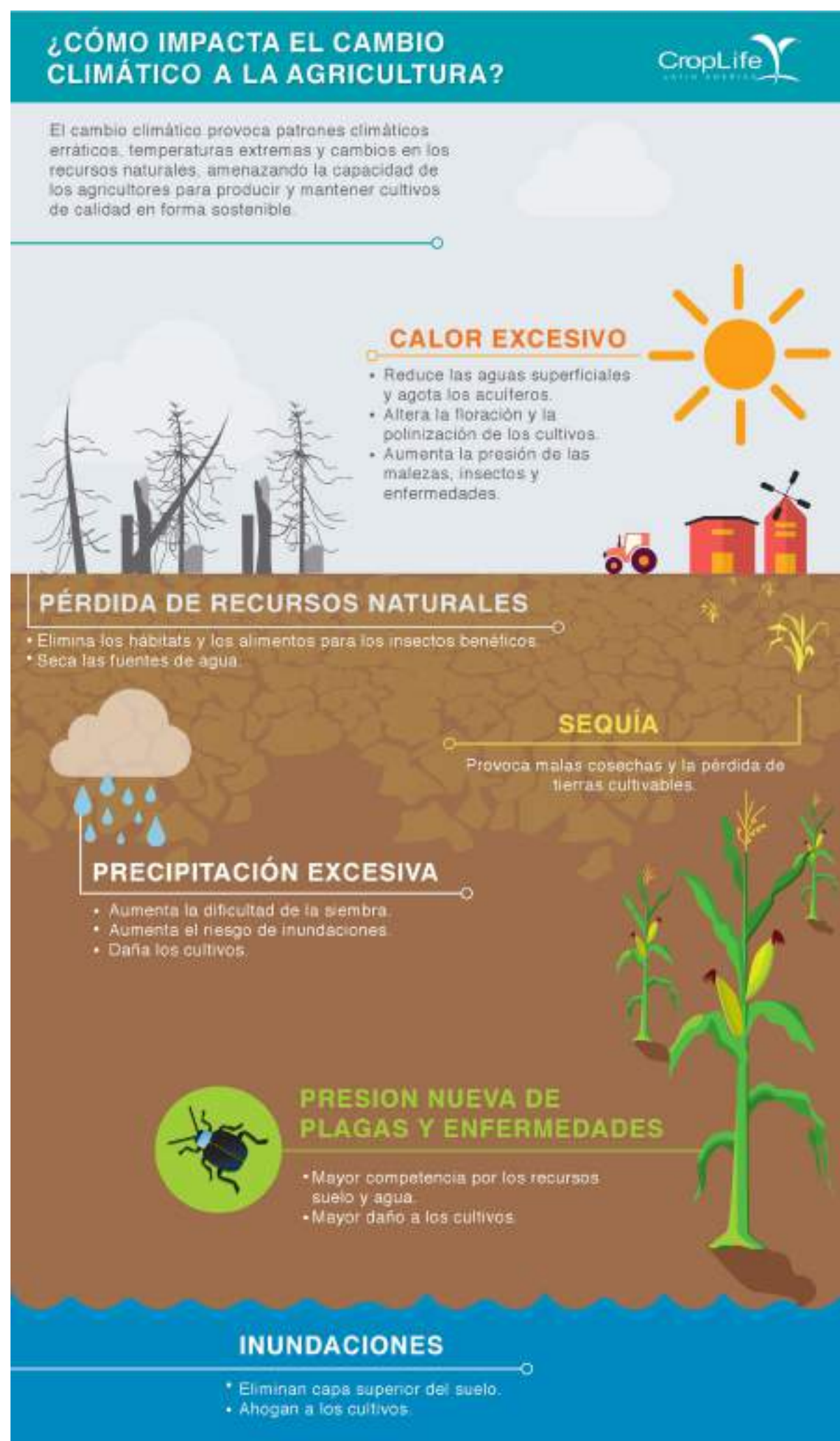
- Incide en la generación de información relevante que puede ser utilizada para el desarrollo de planes de mitigación de los efectos del cambio climático.
- Impulsa estrategias de adaptación al cambio climático, en zonas agrícolas en donde hay un déficit hídrico, debido al descenso de precipitaciones anuales y aumento de las sequías.
- Promueve la creación de sistemas de monitoreo y alerta temprana ante fenómenos meteorológicos, permitiendo a la persona productora actuar de forma preventiva en áreas expuestas a amenazas naturales, en donde la afectación puede generar impactos no sólo en el sistema productivo sino en zonas de protección de ecosistemas cercanos.
- Ayuda a direccionar actividades de irrigación, disminuyendo el consumo de energía y la emisión de gases de efecto invernadero.

Beneficios para la persona productora:

- Impulsa el uso de herramientas de medición de las distintas variables climáticas para la toma de decisiones en actividades agrícolas.
- Facilita valorar la incidencia de los eventos meteorológicos extremos y como estos afectan el clima, permitiendo a la persona productora realizar planes de adaptación que minimicen riesgos, impactos en productividad, daños en infraestructura y pérdidas económicas.
- Promueve la agricultura de precisión, buscando que las zonas de cultivo se conviertan en ambientes controlados, maximizando recurso, reduciendo gastos y asegurando la calidad del producto final.
- Facilita a la persona productora tomar decisiones en cuanto a las necesidades de irrigación del cultivo y almacenamiento temporal de agua⁶.
- Promueve la elaboración de análisis históricos/comparativos de diferentes datos meteorológicos, con el objetivo de realizar pronósticos de incidencias de plagas y enfermedades y atender las mismas de forma oportuna, salvaguardando de esta forma las cosechas.
- Permite la aplicación de modelos climáticos aplicados a la simulación de rendimientos de cultivos.
- Reduce los riesgos de pérdidas en los cultivos por sequías o por la inestabilidad de la temporada lluviosa
- Ayuda a tomar mejores decisiones en la programación del riego, tales como determinar la cantidad de agua a aplicar y cuándo aplicarla.

Metodología de implementación de la medida

La carencia de datos meteorológicos, el uso de información poco fiable, la falta de digitalización y análisis de registros climáticos dificultan la creación de modelos climáticos y proyecciones de escenarios. Y, por consiguiente, la toma de decisiones sobre qué hacer en las zonas que, desde un punto de vista de probabilidades, presentan mayor riesgo de sufrir olas de calor, inundaciones, sequías o en donde la necesidad de riego, la presión de plagas y enfermedades aumentan con los cambios del clima.



Dada la ubicación geográfica, cada finca muestra un escenario diferente, por lo cual el uso de la información dependerá de las necesidades previstas por la persona productora y de la escala meteorológica aplicada a la toma de decisiones, en donde el correcto uso de estaciones meteorológicas en el sitio, se convierte en una herramienta valiosa que permite direccionar diferentes actividades dirigidas a asegurar la sostenibilidad futura del proyecto.

A continuación se describen los pasos para la aplicación de la medida:



Paso 1. Necesidad de información meteorológica

Como primera actividad es importante que la persona productora realice una valoración de las necesidades⁷ de acceso a esta información y de su frecuencia de uso; teniendo en cuenta que este conocimiento le permitirá tomar decisiones acertadas y planificar actividades que beneficien la productividad, la protección del recurso humano y ayuden a mitigar los impactos ambientales.

⁶ Ver ficha #27 "Reservorios de agua"

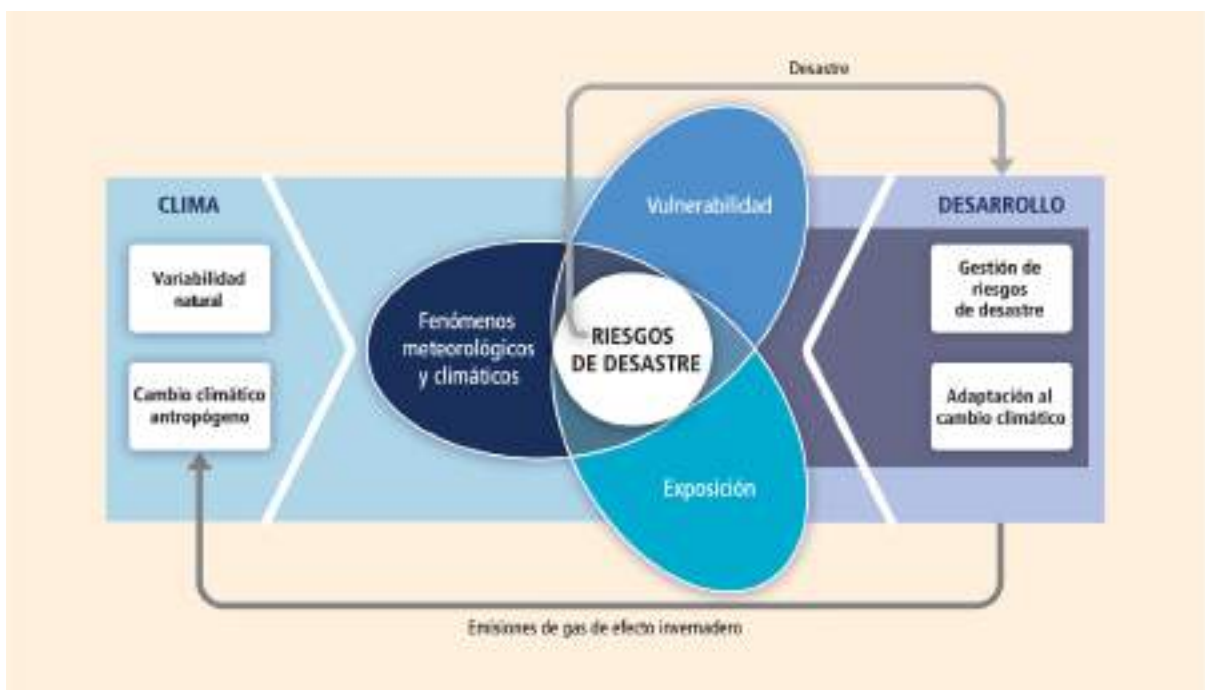
⁷ Propósito: pronóstico del tiempo, caracterización y zonificación agroclimáticas, monitoreo y predicción de la producción, recomendaciones de manejo a campo, determinación de alertas tempranas (de sequía, inundaciones), identificación de prácticas agropecuarias recomendadas, manejo de recursos naturales, toma de decisiones de corto plazo sobre las actividades de control de plagas y otros. IICA, 2015

Por ejemplo, algunas variables climáticas⁸ a considerar:

- Temperatura del aire. Utilizada para el cálculo de unidades térmicas de crecimiento en los cultivos, mediante las cuales es posible conocer la incidencia de la temperatura en su desarrollo. Por otro lado, la temperatura es uno de los factores que afectan el consumo de agua de la planta, cuando las temperaturas son altas o calientes las plantas absorberán más agua del suelo, ya que la transpiración en su interior se incrementa⁹.
- Velocidad del viento. Permite determinar índices de daño a frutos y flores. Por otro lado, en días de viento fuerte el cultivo puede perder agua y el suelo secarse de manera más rápida¹⁰.
- Humedad relativa. Utilizada para predecir posibles heladas y para pronosticar enfermedades en los cultivos y estimación de la evapotranspiración.
- Radiación solar. Ayuda a estimar la acumulación de materia seca y afecta la evapotranspiración del cultivo.
- Humedad de las hojas. Sirve para estudiar la posible presencia de enfermedades en los cultivos.
- Radiación solar. Estimación de las tasas fotosintéticas y de evapotranspiración.
- Precipitación. Importante para tomar decisiones de riego y drenaje, así como la implementaciones de programas de conservación de suelos.



Por otro lado también es relevante considerar como parte de los datos de análisis, los [fenómenos meteorológicos extremos](#) que pueden afectar las condiciones climáticas en la región y que requieren ser parte del seguimiento ya que resultan de especial interés para el desarrollo agrícola, principalmente si son eventos que se repiten de forma cíclica:



- Lluvias intensas, ocasionando inundaciones, deslizamientos e incrementos de ciertas plagas y enfermedades.
- Sequías, ocasionando pérdidas en producción o incidencia de incendios forestales.
- Vientos, tormentas eléctricas o granizo, con impactos en infraestructura, producción y aumento de riesgos ocupacionales.

Este análisis puede ayudar a direccionar medidas de adaptación a eventos climáticos extremos asociados a desastres naturales o daños en los cultivos¹¹, anticipar el aumento de presión de plagas y enfermedades poniendo en marcha medidas preventivas, o bien programar irrigación ([ver paso 4](#)) o mejoras en los sistemas de drenaje de agua, entre otras actividades.

Por ejemplo, si una persona productora mantiene una finca de banano en el Departamento de Magdalena en Colombia (*región históricamente con bajas precipitaciones*), una de las primeras acciones a implementar es el diseño de sistemas de riego; sin embargo si a esta situación se le suma la ocurrencia de eventos climáticos periódicos en la región como el [Fenómeno de El Niño](#) (*el cual incrementa los efectos de la sequía en esa región*), las medidas de adaptación deben ampliarse y contemplar otras estrategias como almacenamiento y uso racional del agua, implementando reservorios¹² para irrigación y sistemas de recirculación de agua en planta de procesamiento.

Contrariamente si la finca se localiza en la región de Los Ríos en Ecuador, el escenario sería diferente pues durante el mismo fenómeno, generaría aumentos importantes en precipitaciones, información que ayudaría a la persona productora a prepararse ante riesgos de posibles inundaciones.

Otro factor que a tomar en cuenta, al momento de la toma de decisiones, es la escala meteorológica¹³, estimando los lapsos de tiempo en los cuales puede ocurrir un evento (pronóstico) o el comportamiento estadístico de una variable climática (valores normales, extremos probables, frecuencia de ocurrencia). De esta forma una persona productora puede manejar de forma correcta el concepto de probabilidad, conocer las limitaciones y tomar decisiones dentro de estos plazos de tiempo, considerando por ejemplo que cada fenómeno meteorológico corresponde a una escala diferente y es necesario conocerlo.



⁸ Importancia de las estaciones meteorológicas para la toma de decisiones en la agricultura. UNAD, 2020

⁹ Manual de riego y drenaje. Zamorano, 2012

¹⁰ Manual de riego y drenaje. Zamorano, 2012

¹¹ La FAO cuenta con el Sistema mundial de información y alerta sobre la alimentación y la agricultura (SMIA), el cual supervisa continuamente la oferta y demanda de alimentos y otros [indicadores claves](#) (estrés agrícola, intensidad de sequía, condición de la vegetación, precipitación estimada, anomalías en precipitación, otras) para evaluar la situación general de la seguridad alimentaria en todos los países del mundo.

¹² Ver [ficha # 27](#) "Reservorios de agua"

¹³ Manual de buenas prácticas para la generación, el almacenamiento y la difusión de información climática en instituciones y organismos del MERCOSUR. IICA, 2015

Escala Meteorológica	Ejemplos/Decisiones
Muy corto plazo (horas)	Fenómenos como caída de granizo o formación de tornados, los cuales solo pueden pronosticarse con horas de anticipación. Es difícil realizar este tipo de predicción sin contar con un radar meteorológico, pero la persona productora puede buscar acceso a alertas y poner en resguardo maquinaria y personal.
Corto plazo (4-5 días)	VARIABLES como temperatura máxima y mínima, precipitación, velocidad del viento, humedad relativa, pueden determinarse a corto plazo de forma satisfactoria. Esta escala permite a la persona productora considerar actividades a ser implementadas en pocos días. Este es el caso del riego.
Mediano plazo (semana)	Olas de calor , ingresos de aire frío, períodos secos o húmedos, períodos ventosos para áreas extensas, pueden preverse con una o dos semanas de anticipación. Este pronóstico permite tomar decisiones relacionadas con: cosecha temprana para evitar daños, planificar irrigación suplementaria, prever aplicación de medidas de defensa contra heladas, elegir momentos apropiados para fumigaciones, entre otras.
Largo plazo (meses)	Refiere a condiciones generales aplicables a vastas regiones, como vaticinar temperaturas o precipitaciones "en promedio" por arriba o por debajo de lo normal. Algunas decisiones a largo plazo pueden estar relacionadas con el desarrollo de estrategias de comercialización, selección de genotipos y fechas de siembra más adecuadas, entre otras.

En conclusión las necesidades y uso de la información meteorológica, dependerá de los requerimientos del cultivo, el contexto en donde se desarrolle la actividad productiva, así como de los cambios en variables climáticas y ocurrencia de eventos extremos durante periodos determinados. En este sentido y para poder contar con información meteorológica completa, es importante que la persona productora considere los beneficios de generar datos directamente en la finca¹⁴, por medio de estaciones meteorológicas propias; las cuales, utilizadas de forma correcta y sistemática, son un excelente complemento a la información proveniente de fuentes locales¹⁵ e internacionales¹⁶ confiables.



Paso 2. Diseño de la estación meteorológica en finca

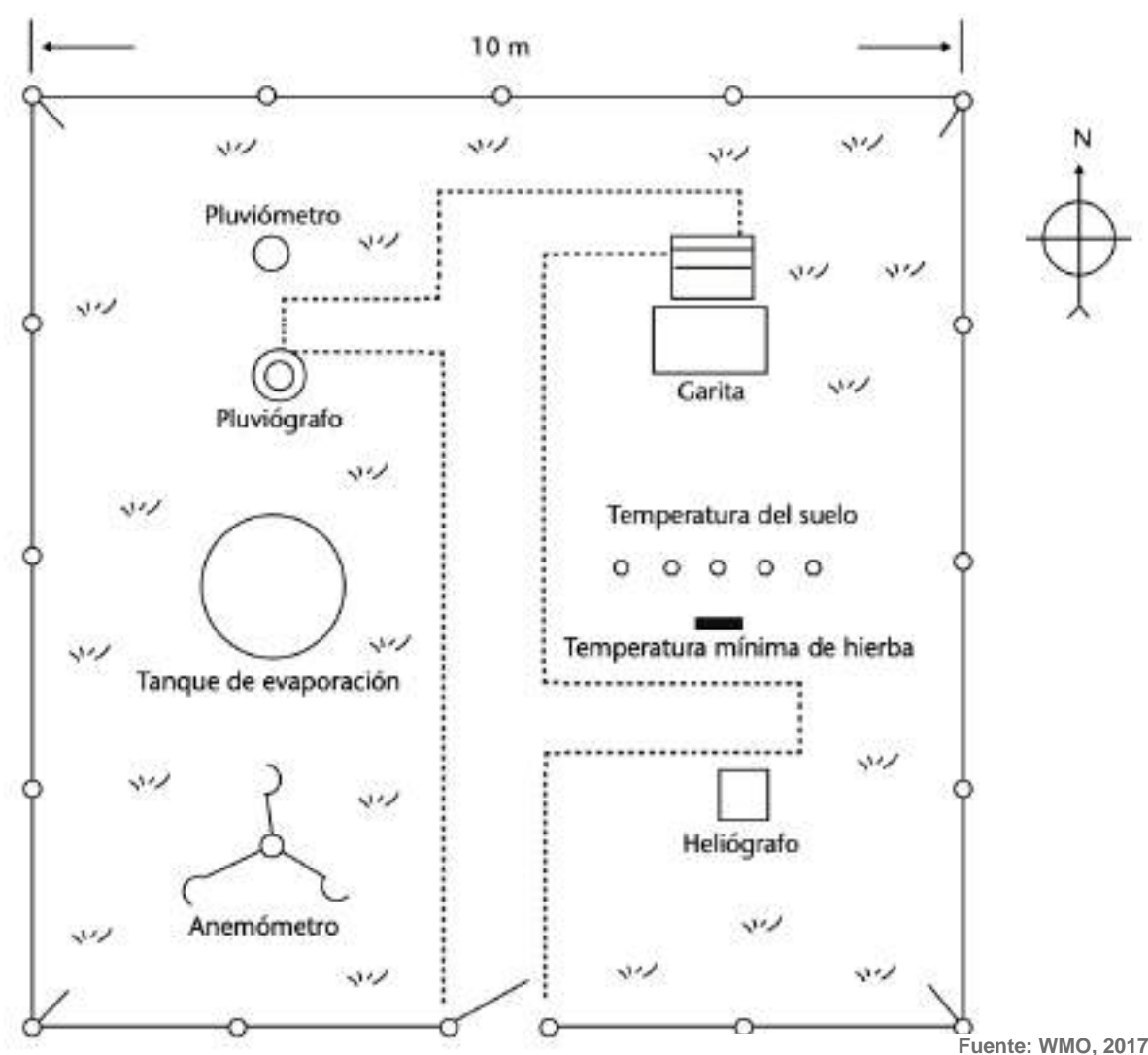
Una estación meteorológica es el sitio donde se hacen observaciones y mediciones de los diferentes parámetros meteorológicos usando instrumentos apropiados, con el fin de establecer el comportamiento atmosférico en las diferentes zonas de un territorio. Estas mediciones son los registros o datos meteorológicos¹⁷.

Hay diferentes tipos de estaciones meteorológicas, entre las más utilizadas en la agricultura se pueden mencionar:

a. Agroclimáticas¹⁸

Es una estación enfocada a proporcionar información meteorológica de alta calidad utilizable para la agricultura, que sirve para gestionar y tomar mejores decisiones relacionadas con irrigación, predicción de enfermedades, control de la fumigación y un mayor conocimiento de los microclimas donde se encuentran los cultivos. Algunas mediciones que se pueden obtener son:

- Medidas ambientales: humectación de la hoja, radiación solar y fotosintéticamente activa, precipitación, humedad relativa, temperatura del aire y del suelo, dirección y velocidad del viento, entre otros.
- Datos de suelos: conductividad eléctrica (ce) del suelo y del agua de riego, temperatura, contenido de humedad del suelo, potencial de agua, drenaje, entre otros.
- Adicionales (a través de software e índices) se pueden calcular: Evapotranspiración "ETO", balance de agua, riesgo de heladas, avisos fitosanitarios, seguimiento del agua de riego, crecimiento del cultivo y estrés hídrico, entre otros.



Ejemplo de la disposición de instrumentos en una estación meteorológica.

b. Climatológicas

Por medio de los sensores, este tipo de estación concentra su atención en estudiar parámetros ambientales como los son tiempo atmosférico, cantidad, visibilidad, precipitaciones, temperatura del aire, humedad.

c. Pluviométricas

Mediante el uso del pluviómetro se realizan observaciones y mediciones de las precipitaciones de lluvia.

En la actualidad las estaciones meteorológicas están diseñadas de manera tal que de forma simultánea puedan desempeñar varias tareas de medición.

¹⁵ Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador

¹⁶ Organización Meteorológica Mundial (OMM), AQUASTAT (FAO)

¹⁷ Guía de gestión de datos y diseño de redes de monitoreo comunitarios para el seguimiento del clima. CIIFEN, 2019.

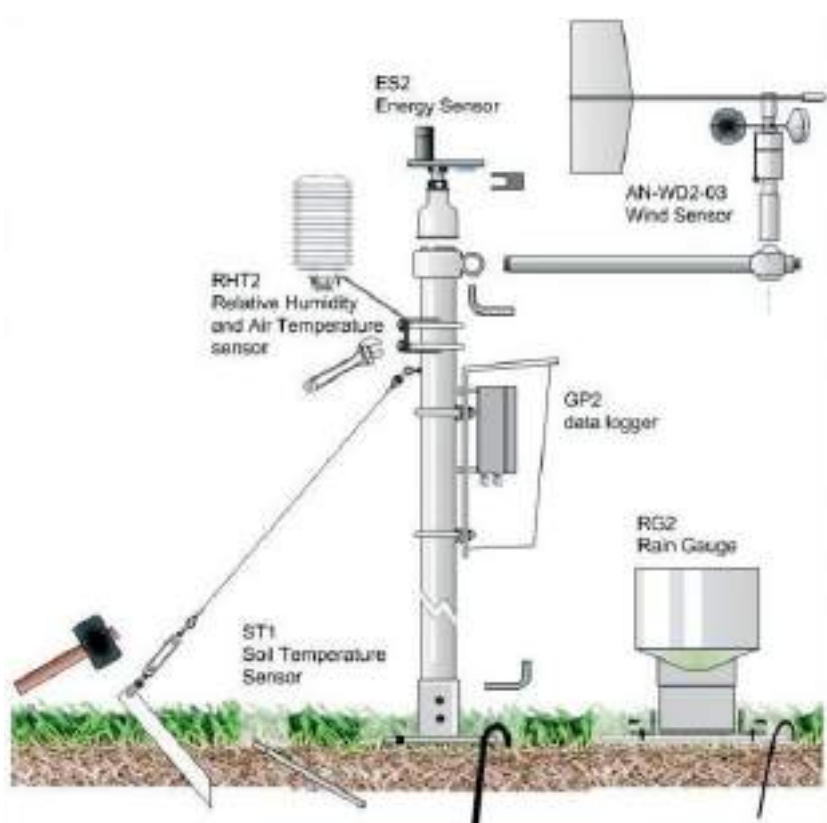
¹⁸ ¿Qué es una estación meteorológica? Estaciondemeteorologia, 2019

La persona productora puede optar por estaciones meteorológicas automáticas (EMA) o convencionales¹⁹ (EMC), la decisión radica en los datos de interés que se requieran medir y la frecuencia de uso de la información (*tal como se comentó en el paso previo*). De esta forma si se desea disponer de otro tipo de información meteorológica además de la de precipitación, la alternativa más común es instalar una EMA, esto permite contar con registros de varios parámetros a tiempo real en forma automática; sin embargo es necesario considerar que para un uso adecuado de esta tecnología se debe cumplir con normas de estandarización, adecuada alimentación de energía y sistema de comunicación, mantenimiento y calibración periódica, así como control de calidad de datos.

Por lo cual la persona productora debe valorar previamente, la capacidad de inversión, los costos de mantenimiento²⁰ y disponibilidad de repuestos; así como los requerimientos de formación del personal a cargo de los equipos. Sin embargo también debe considerar que son sistemas muy versátiles, en donde los datos son procesados y entregados de manera amigable y comprensible. Normalmente se transmiten a un receptor (puede ser una PC de escritorio) por diferentes medios: un cable subterráneo, telefonía celular o interrogación satelital (captura de datos vía satélite).

En todo caso, siempre una buena práctica es solicitar orientación técnica y asegurar cual es la información climática que se necesitará de forma diaria, semanal, mensual o a través del año, para de esta forma priorizar en los instrumentos a adquirir, así como la forma de registrar, resumir y analizar la información. Según las variables de mayor interés (*identificadas en el paso 1*), la persona productora puede decidir los instrumentos²¹ a incluir en la estación meteorológica²²:

- Barómetro, mide la presión atmosférica²³.
- Pluviómetro, mide la precipitación (cantidad de agua por metro cuadrado).
- Psicómetro o higrómetro, mide la humedad relativa del aire (vapor de agua que se encuentra presente en la atmósfera) y la temperatura del punto de rocío.
- Piranómetro, mide la radiación solar global.
- Sensor de radiación, mide solo el rango de radiación solar que activa la fotosíntesis.
- Veleta, indica la dirección del viento.
- Anemómetro, mide la velocidad del viento.
- Termómetro, mide la temperatura del aire a lo largo del día y sus valores extremos (temperatura máxima y mínima).
- Sensor de temperatura de suelo y/o agua, monitorea la temperatura del suelo o de un espejo de agua.
- Sensor de humedad de hojas, cálculo de humedad de hoja.



Paso 3. Ubicación de la estación meteorológica²⁴

La eficacia de la funcionalidad de las estaciones meteorológicas depende de varios factores, entre los cuales está la selección del sitio, por lo cual la persona productora debe identificar junto con apoyo de personal técnico, el mejor sitio considerando el tipo de sistema a ser implementado (automático o convencional) y la instrumentación.

Algunas condiciones a tomar en cuenta según la Organización Meteorológica Mundial (OMM) son:

- El emplazamiento debe estar suficientemente alejado de árboles, edificios, muros u otros obstáculos, ninguno de ellos debe proyectar sombra sobre la estación meteorológica. En la práctica esto se logra cuando se encuentran a una distancia de la estación igual o superior a 20 veces su propia altura. Por ejemplo, si en el área del proyecto se observa un árbol de 10 metros de altura, entonces el sitio seleccionando para el emplazamiento deberá estar mínimo a 200 metros de dicho objeto.
- Debe estar también lejos de aparatos que produzcan calor o frío de forma artificial.
- Es importante seleccionar terrenos nivelados, lo cual asegura que la penetración en el suelo de las aguas de lluvia sea homogénea, evita las zonas de acumulación del agua de escorrentía y garantiza mejor la creación de las condiciones microclimáticas medias de la parcela.
- La zona escogida debe contar con una ligera pendiente (no mayor a 0,5%) que permita drenar el agua de lluvia hacia uno de los costados del límite de la estación.
- Para las estaciones que únicamente posean aparatos medidores de precipitación, la condición de despeje del terreno se determina cuando los obstáculos se encuentran a una distancia igual o superior a 4 veces la altura de estos con respecto a la estación meteorológica.
- En las estaciones donde se mide evaporación, debe evitarse la proximidad de depósitos de agua o reservorios en particular si estos son de carácter temporal y en áreas de irrigación o inundación, además, el sitio debe estar a una distancia tal que no permita la caída en el tanque de evaporación de agua procedente de rebosaderos o vertederos, o que sea transportada desde una laguna, embalse o cuerpo de agua por los vientos.
- Es conveniente seleccionar el sitio de tal forma tal que no se produzcan inundaciones, de preferencia en una suave elevación y a prudente distancia de las zonas vulnerables a crecidas de los ríos.
- En una franja de 50 m alrededor de la estación, la naturaleza del terreno circundante debe ser la predominante de la zona y preferiblemente no deben existir elementos de perturbación tales como superficies de hormigón o cultivos diferentes a los existentes en el área.

Una vez seleccionado el sitio, la persona productora debe asegurar que los instrumentos²⁵ sean instalados según las recomendaciones técnicas del fabricante.

La estación meteorológica debe estar protegida con malla metálica, preferiblemente plastificada, con poste metálico en las esquinas (empotrados en una base de concreto) y con una viga lateral de amarre para el cerramiento (excepto en estaciones pluviométricas en donde no es necesario)²⁶.

¹⁹ Asistidas por un observador capacitado que se encarga de registrar las mediciones.

²⁰ Los gastos anuales de funcionamiento de una EMA bien mantenida representan aproximadamente del 10 % al 20 % de los gastos iniciales. [IICA, 2015](#).

²¹ Otras referencias de instrumentación en el [Catálogo de IMN](#)

²² Importancia de las estaciones meteorológicas para la toma de decisiones en la agricultura. [UNAD, 2020](#)

²³ Es la fuerza que ejerce el peso de la columna de aire sobre la superficie del planeta. [Instituto Nacional de Educación Tecnológica, 2011](#)

²⁴ Guía para el emplazamiento de las estaciones meteorológicas. [IDEAM, 2021](#)

²⁵ Se puede consultar las recomendaciones de emplazamiento y clasificación de instrumentos de la OMM en: [IDEAM](#)

²⁶ Guía para el emplazamiento de las estaciones meteorológicas. [IDEAM, 2021](#)



Paso 4. Uso de datos para decisiones de riego

Utilizando la información suministrada por la estación meteorológica, la persona productora puede planificar diferentes actividades, tales como el pronóstico de plagas y enfermedades, ciclos de siembra, programación de cosecha e irrigación, siendo este último requerimiento relevante en zonas en donde se mantiene un déficit de lluvia que no supe las necesidades del cultivo.

Para poder determinar los requerimientos de agua del cultivo y tomar decisiones en cuanto a la lámina de riego a ser aplicada, la persona productora debe considerar las siguientes variables²⁷:

a. Evapotranspiración (ET)

Es el resultado de la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación²⁸ y mediante transpiración²⁹ del cultivo.

Esta unidad se expresa normalmente en milímetros (mm) por unidad de tiempo (horas, días, meses, año) e indica la cantidad de agua perdida de una superficie cultivada en unidades de altura de agua. De esta forma en una hectárea (10.000m²) una pérdida de 1mm de agua corresponde a una pérdida de 10m³ de agua por hectárea. Los principales parámetros climáticos que afectan la evapotranspiración son la radiación, la temperatura del aire, la humedad atmosférica y la velocidad del viento.

El concepto incluye:

- Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o). La tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia, que ocurre sin restricciones de agua. La cual puede ser estimada de diferentes maneras utilizando datos meteorológicos (temperatura, humedad, viento y radiación solar) con el método de [FAO Penman-Monteith](#), mediante el tanque o pana de evaporación o bien con la ayuda de instrumentos y herramientas diseñadas para este fin, como por ejemplo la [Calculadora de ET_o](#) desarrollada por la FAO.

Si la persona productora cuenta con una estación meteorológica mecánica o convencional, en donde se tiene una [pana de evaporación clase A](#), entonces puede determinar la ET_o, mediante la aplicación de la fórmula³⁰ indicada en la figura 1. Tomando en cuenta que el tanque proporciona una medida del efecto integrado de la radiación, viento, temperatura y humedad sobre el proceso evaporativo de una superficie abierta de agua.

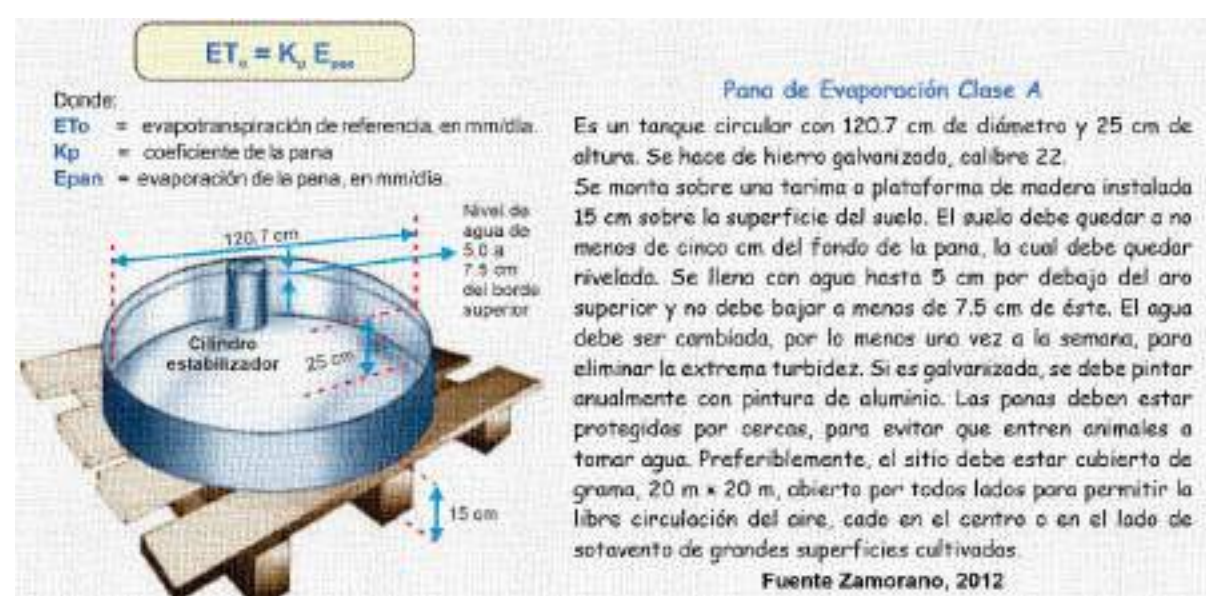


Figura 1. Fórmula para determinación de ET_o.

- Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estandar (ET_c). Refiere a la evapotranspiración de cualquier cultivo cuando se encuentra exento de enfermedades, con buena fertilización y que se desarrolla en parcelas amplias, bajo óptimas condiciones de suelo y agua, y que alcanza la máxima producción de acuerdo con las condiciones climáticas reinantes.

b. Coeficiente de cultivo (K_c)³¹

El valor de K_c depende del cultivo (especie e incluso variedad), de su ciclo vegetativo, y de su fenología, así como de las condiciones específicas del cultivo en la explotación (densidad de población, orientación de las líneas, etc.) y de las condiciones climáticas locales. Por tanto, este coeficiente varía a lo largo del ciclo de cultivo, creciendo desde los valores más bajos en el período inicial (siembra o trasplante) a lo largo de la fase de crecimiento vegetativo, alcanzando los valores más altos en el período de máximo desarrollo (máximo sombreado del suelo) y decreciendo en la maduración o senescencia.

Una vez se realiza el cálculo del requerimiento de agua del cultivo (aplicando la siguiente ecuación), la persona productora puede valorar la programación de riego para los siguientes días³², teniendo en cuenta que otras variables relacionadas con el sistema de riego, el tipo de suelo, y el uso de herramientas de medición de humedad³³ en campo, entre otras, suponen un importante apoyo para optimizar la lámina a ser aplicada.

Por otro lado, la persona productora también puede apoyarse en diferentes herramientas elaboradas por la FAO, tales como [CLIMWAT](#) (*base de datos climática*) que utilizada en combinación con [CROPWAT](#) (*programa informático para el cálculo de los requisitos de riego y agua de los cultivos en función de los datos del suelo, el clima y los cultivos*) permite el cálculo de los requisitos de agua de los cultivos, el suministro de riego y la programación del riego para varios cultivos para una variedad de estaciones meteorológicas en todo el mundo.



²⁷ Evapotranspiración del cultivo -Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO 2013.

²⁸ La evaporación es el proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua (vaporización) y se retira de la superficie evaporante (remoción de vapor). FAO 2013.

²⁹ La transpiración consiste en la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta y su posterior remoción hacia la atmósfera. FAO 2013.

³⁰ K_p = Coeficiente del tanque que depende de la humedad relativa mínima, de la velocidad promedio del viento en 24 horas y del tipo de cobertura que se encuentra alrededor del tanque. El coeficiente depende del tipo de tanque usado.

Universidad Agraria de Ecuador, 2021

³¹ Necesidades de agua de riego. Infoagro, 2017.

³² La cantidad de agua requerida para compensar la pérdida por evapotranspiración del cultivo se define como necesidades de agua del cultivo, que refiere a la cantidad de agua que necesita ser proporcionada al cultivo como riego o precipitación. FAO 2013.

³³ Ver [ficha #26](#) "Optimización del sistema de riego mediante uso de sistemas de medición de humedad".



Paso 5. Capacitación al personal

Para el aprovechamiento real de los productos agrometeorológicos es necesario que tanto la persona productora, como el personal de apoyo en finca puedan contar con las capacidades adecuadas, según su ámbito de trabajo y responsabilidades.

Algunos temas propuestos son:

- Capacitación sobre meteorología y variabilidad climática
- Registros y análisis de datos meteorológicos
- Programación de riego a partir del cálculo de la determinación de evapotranspiración del cultivo.
- Planes de adaptación y sistema de alerta temprana ante riesgos naturales ocasionados por cambios adversos en el clima o eventos meteorológicos extremos

Indicadores de desempeño

- # de días de riego al año en donde se considera como base de desición datos meteorológicos.
- # de actividades de adaptación implementadas a partir del análisis de información meteorológica.
- Ahorro anual en combustible y electricidad al programar el sistema de riego a partir de datos de evapotranspiración.

Costo de implementación y recurso humano

Recurso Humano:

- *Interno:* Personal capacitado en finca en registro y análisis de datos meteorológicos
- *Externo:* Profesionales con experiencia en agrometeorología.

Referencia de Costos:

- Una estación meteorológica automatizada tiene un costo entre \$700 hasta los \$9.200. Instrumentos: anemómetro

(desde \$125-\$500), termómetros (desde los 25\$ hasta los 300\$ si tienen sensores).

- Tanque de evaporación Tipo A, ronda entre los \$1.000 hasta \$2.000.
- Deben estimarse además los costos de construir un lugar seguro para la instalación de los instrumentos por lo que se debe conocer el costo de metro lineal de malla galvanizada, postes, entre otros. Precio de referencia \$732³⁴.
- Capacitación por parte de un profesional en sistemas de medición de humedad en el suelo (\$250 en adelante).

Resumen. ¿Por qué implementar esta medida?

La necesidad de contar con información de las variables climatológicas en los sistemas agroproductivos ha cobrado relevancia en la actualidad. Conocer el clima y su variabilidad para poder ajustar las prácticas agrícolas a los pronósticos futuros, posibilitan aumentar la eficiencia del sistema, en donde la persona productora tiene la posibilidad de tomar decisiones relacionadas con siembra, cosecha, fertilización, irrigación, control de plagas y enfermedades; así como diseñar planes de adaptación e implementar sistema de alerta temprana. El uso correcto uso de datos meteorológicos por parte de la persona productora ayuda a incrementar productividad, disminuir costos e impactos ambientales y promover un uso racional de los recursos naturales.

Casos de éxito



[Rancho Carlos S.R.L.](#) es una empresa familiar dedicada a la producción y exportación de piña, ubicada en el municipio de Monte Plata en la provincia de Monte Plata, en República Dominicana. Posee, una extensión de 188 hectáreas las cuales se distribuye en 150 hectáreas cultivadas de piña (*variedad MD-2*) y 38 hectáreas distribuidas entre planta de empaque, oficinas administrativas, áreas remanentes de bosques y una siembra alternativa de limón persa "*Citrus latifolia*" el cual se distribuye en el mercado local.

Rancho Carlos, produce semanalmente en promedio más de cuarenta mil piñas, las cuales comercializan en distintos mercados de Europa, fruta que cuenta con la certificación de Global GAP.

Como parte de las iniciativas de sostenibilidad que promueve la finca, se emplazó años atrás, una estación meteorológica para la lectura y análisis de datos climáticos. La compra del equipo e instalación fue financiada por GIZ, mientras la administración tuvo a cargo el levantamiento de una malla perimetral para resguardar la instrumentación correspondiente, actividad que conllevó a una inversión cercana a los 40.000 pesos dominicanos.



Rancho Carlos SRL

Medidas claves para una agricultura sostenible

República Dominicana

La productora de piña, Rancho Carlos SRL, implementará medidas para una agricultura sostenible como:

- Implementación del Biodiversity Check Agrícola.
- Instalación de una estación meteorológica para la toma de decisiones en finca.
- Capacitación en construcción de biobed.

Estas medidas tendrán beneficios directos en la biodiversidad como:

- Desarrollo de un plan de acción y firma de un compromiso por la biodiversidad.
- Disminución de uso y pérdida de productos fitosanitarios.
- Mayor eficiencia en el uso de fertilizantes.
- Mejora en la salud del suelo y el agua.
- Preservación de la microfauna en los suelos.

Financiado por

Por auspicio de

Por auspicio de

Por auspicio de

El proyecto tuvo como objetivo, promover una toma de decisiones más eficiente, en cuanto a la programación de aplicaciones de productos fitosanitarios y fertilizantes foliares, buscando disminuir riegos por deriva y lixiviación química hacia el medioambiente, evitando así efectos contaminantes. Por otro lado, la información meteorológica, ha sido utilizada para la predicción de momentos críticos de la producción tales como: inducción natural, cosecha, presión de plaga y enfermedades según cambios en los patrones del clima (aumentos o descensos en precipitación). Los datos son almacenados en una nube, con lo cual se facilita su disponibilidad para los diferentes usuarios.



Casos de éxito



[Universidad Earth](#) en su campus Guácimo, Limón, Costa Rica, cuenta con una finca comercial de banano de 400 hectáreas netas, la cual está integrada por 4 bloques de cultivo separados geográficamente; áreas productivas que limitan con diferentes ecosistemas naturales, principalmente ríos y quebradas que son parte integral de la cuenca del Río Parismina. Actualmente está certificada bajo el estándar vigente de Rainforest Alliance.

Como parte de las prácticas de agricultura de precisión, la finca cuenta con dos estaciones meteorológicas automáticas (EMA), las cuales proveen información relevante para la toma de decisiones en diversas actividades:

a. Programación de la actividad de fertilización

Las aplicaciones de fertilizante edáfico se realizan considerando los periodos de mayor o menor precipitación. Por ejemplo, las aplicaciones de nitrato de calcio se llevan a cabo en época seca, al ser una fuente muy soluble.

b. Control de nematodos

Previo al ciclo de control la administración analiza la condición de capacidad de campo para poder decidir si es adecuado o no realizar aplicaciones de nematicidas, buscando una mayor eficiencia al momento de aplicar el producto. Cabe indicar que la finca ha realizado esfuerzos importantes, para disminuir el uso de nematicidas de alta toxicidad, especialmente en el bloque 4.

c. Programación de la fumigación aérea

La finca utiliza información meteorológicas para determinar la periodicidad y número de los ciclos de aplicación de fungicidas para el control preventivo del hongo de la Sigatoka "*Mycosphaerella fijiensis*". De esta forma, datos como precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y humedad en la hoja, son utilizados para determinar a corto plazo la necesidad de control del hongo, utilizando como ayuda un modelo de afectación creado por el Ingeniero Hernán Vílchez, el cual analiza las horas de exposición del cultivo a valores críticos (*humedad mayor al 90%, temperatura entre 22 y 28 grados, entre otros*), utilizando para ello un sistema de alarma tipo semáforo (*rojo, amarillo y verde*) que proyecta la incidencia de la enfermedad a 9 semanas. Por otro lado, la administración también realiza comparaciones de datos históricos (*durante la misma semana de cada año*) de diversas variables climáticas y realiza proyecciones del comportamiento de la enfermedad y como ésta podría afectar a futuro la condición fitosanitaria del cultivo.



Referencias

- [1] Impactos de las sequías en el sector agropecuario del Corredor Seco Centroamericano. [v29n03_695.pdf \(mag.go.cr\)](#)
- [2] La agricultura y los recursos naturales. [Background Paper: Agriculture and Natural Resources Sector \(iadb.org\)](#)
- [3] Agrometeorología. [Agrometeorología - Instituto Meteorológico Hidrológico de Panamá \(hidromet.com.pa\)](#)
- [4] Agricultura climáticamente inteligente. [Agricultura climáticamente inteligente \(bancomundial.org\)](#)
- [5] Agricultura climáticamente inteligente. [Agricultura climáticamente inteligente | Portal de apoyo a las políticas y la gobernanza | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura | Policy Support and Governance | Food and Agriculture Organization of the United Nations \(fao.org\)](#)
- [7-13-14-20] Manual de buenas prácticas para la generación, el almacenamiento y la difusión de informática climática en instituciones y organismos del MERCOSUR. [BVE17038646e.pdf \(iica.int\)](#)
- [8] Importancia de las estaciones meteorológicas para la toma de decisiones en la agricultura. [\(PDF\) Importance of meteorological stations for decision making in agriculture. Importancia de las estaciones meteorológicas para la toma de decisiones en la agricultura. \(researchgate.net\)](#)
- [9-10] Manual de riego y drenaje. [Modulo 5 manual de riego y drenaje \(se.gob.hn\)](#)
- [17] Guía de gestión de datos y diseño de redes de monitoreo comunitarios para el seguimiento del clima. [Documento de buenas prácticas para la implementación de una red meteorológica básica, la instalación de pluviómetros, sus mediciones, así como captura, transmisión y gestión de los datos de lluvia para análisis básicos para la toma de decisiones. \(usaid.gov\)](#)
- [18] ¿Qué es una estación meteorológica? [Estaciondemeteorologia, 2019](#)
- [22] Importancia de las estaciones meteorológicas para la toma de decisiones en la agricultura. [\(PDF\) Importance of meteorological stations for decision making in agriculture. Importancia de las estaciones meteorológicas para la toma de decisiones en la agricultura. \(researchgate.net\)](#)
- [23] Estación meteorológica. https://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/C9_Estacion_meteorologicaR.pdf
- [24-26] Guía para el emplazamiento de las estaciones meteorológicas. <http://sgi.ideam.gov.co/documents/412030/561097/m-gdi-m-g006+gu%C3%8da+par+a+el+emplazamiento+de+las+estaciones+meteorol%C3%93gicas+v2.pdf/bad6cbec-4dda-4567-87f6-0e437210f97a?version=1.0>
- [27-28-29-32] Evapotranspiración del cultivo- Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. [01-Contents \(fao.org\)](#)
- [30] Eficiencia del uso del agua en la producción del cultivo de banano (Musa Cavendish AAA.) en la parroquia el cambio provincia de el oro. [Prado Maza Juan Jose.pdf \(uagraria.edu.ec\)](#)
- [31] Necesidades de agua de riego. Infoagro, 2017. <https://mexico.infoagro.com/necesidades-de-agua-de-riego/#:~:text=En%20zonas%20c%C3%A1lidas%20y%20cuando,de%2045%20a%2060%20cb.>

Otras consultas:

- Gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. https://archive.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC_SREX_ES_web.pdf
- Guía del Sistema Mundial de Observación. [Guía del Sistema Mundial de Observación \(wmo.int\)](#)