

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS



**APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA MÓVIL EN LA INFORMACIÓN
AGROCLIMÁTICA EN BAJA CALIFORNIA**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO EN MAESTRO EN
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
Y LA COMUNICACIÓN**

**PRESENTA
ANACELI NORIEGA FIGUEROA**

Mexicali, Baja California, México

Abril de 2014

“La educación es el arma más poderosa que puedes usar
para cambiar al mundo”

Nelson Mandela

Resumen

El clima es un conjunto de factores ambientales que cada año determinan la actividad en los sectores productivos primarios, sea el agrícola, pecuario y forestal. Los científicos señalan que siempre han existido cambios.

La variabilidad del clima, lluvias, altas o bajas temperaturas, heladas y otras condiciones del clima es el principal factor que explica la inestabilidad en la producción agropecuaria, razón por la que es necesario hacer uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC's) para ofrecer al productor de Baja California una aplicación de fácil acceso para consultar variables agroclimatológicas específicas de su región, con el objeto de permitir adelantarse y adaptarse a los cambios.

Los beneficios de consultar variables agroclimáticas son extensos, desde mejorar el rendimiento de la producción, ahorro de recursos, y lograr el uso sustentable de agua de riego.

Esta aplicación tecnológica es empleada para apoyo del sector agropecuario climáticamente inteligente, es decir, buscar aumentar la productividad sustentable y asegurar beneficios para el medio ambiente.

Con la aplicación de las TIC's transformamos las practicas agropecuarias en prácticas ambientalmente sostenibles.

Palabras clave: Tecnologías de la Información, sector agropecuario, información agroclimática

Índice de contenido

Capítulo I. Introducción	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Planteamiento del problema	6
1.3 Objetivo General	7
1.4 Alcances y limitaciones	8
Terminología	9
Capítulo 2. Marco teórico	
2.1 Impacto del clima en el sector agropecuario	11
2.2 Uso de la información agroclimatológica en la agricultura	12
2.3 Estaciones agroclimatológicas	13
2.4 Uso de la red de estaciones agroclimatológicas	14
2.5 Aplicación de la información de las estaciones agroclimatológicas	16
2.6 Uso de tecnología para la consulta de información agroclimatológica	18
2.7 Red de estaciones agroclimatológicas en el mundo.	19
2.8 Red de estaciones agroclimatológicas en Baja California	24
2.9 Tendencias de la tecnología de información y comunicación en el sector rural en Baja California	26
2.10 La tecnología móvil para consulta de información en el sector agropecuario	27
Capítulo 3. Metodología	
3.1 Sujetos	29
3.2 Materiales y Métodos	30
3.3 Análisis de Datos	31
3.4 Procedimiento	45
Capítulo 4. Desarrollo	
4.1 Etapas de desarrollo	47
Capítulo 5. Resultados	53
Capítulo 6 Conclusiones	61
Referencias	65
Anexos	68

Índice de tablas

1.1. Estaciones agroclimatológicas del Estado de Baja California	4
2.1 Casos de éxito en la implementación de estaciones agroclimatológicas en el mundo	24
3.1.1 Descripción de datos	30
3.3.1 Total de encuestados por zona productora	31
3.3.2 Ocupación de los encuestados	33
3.3.3 Nivel de manejo de la computadora	36
4.1 Inversión para el mantenimiento y operación de la red de estaciones agroclimatológicas	47
4.2 Materiales utilizados para el desarrollo de la aplicación	49
5.1 Variables agroclimáticas	53

Índice de figuras

1.1 Principales componentes de una estación agroclimatológica	3
1.2 Áreas de influencia de la red de estaciones agroclimatológicas Valle de Mexicali	5
1.3 Áreas de influencia de la red de estaciones agroclimatológicas Zona Costa	5
2.7.1 Categoría de usuarios registrados en CIMIS 2012	22
3.4.1 Elementos involucrados dentro del diseño de la aplicación	46
4.1.1 Proceso de generación de variables agroclimáticas para su consulta en internet	51
5.1 Acceso al sistema de información agroclimática de Baja California	55
5.2 Registro de usuarios al sistema de información agroclimática de Baja California	56
5.3 Acceso pantalla de consulta de información agroclimática de Baja California	58
5.4 Acceso a pantalla de consulta cálculo de unidades calor	58
5.5 Acceso a pantalla de consulta cálculo horas frío	59
5.6 Acceso a pantalla de consulta cálculo horas heladas	59
5.7 Acceso a pantalla de consulta de precipitaciones y ETO	60

Índice de gráficas

Gráfica 1. Zona Productora	31
Gráfica 2. Sexo	32
Gráfica 3. Nivel de estudios	32
Gráfica 4. Edad	33
Gráfica 5. Ocupación	34
Gráfica 6. Equipamiento habitual de tecnología en vivienda	35
Gráfica 7. Frecuencia de uso de la computadora	35
Gráfica 8. Lugar de uso de la computadora	36
Gráfica 9. Nivel de manejo de la computadora	37
Gráfica 10. Dispositivos tecnológicos utilizados al menos una vez	37
Gráfica 11. Uso de nuevas tecnologías en actividades dentro del sector agropecuario	38
Gráfica 12. Acceso a internet en vivienda	39
Gráfica 13. Tipo de conexión a internet	39
Gráfica 14. Uso de internet	40
Gráfica 15 Frecuencia de uso de internet	41
Gráfica 16 Percepción en cuanto al manejo de nuevas tecnologías en su localidad	42
Gráfica 17. Importancia de contar con una herramienta de información climática en su región	43
Gráfica 18. Variables climáticas	44
Gráfica 19 Frecuencia en la que consultaría datos climáticos	44
Gráfica 20 Dispositivo para consultar información climática	45

Capítulo 1

Introducción

El clima es factor importante en la vida diaria, por lo tanto, también lo es para las actividades económicas en todo el mundo. Específicamente para el sector primario, el estudio del clima, es elemento fundamental para el productor agropecuario debido a que sus actividades productivas se desarrollan a cielo abierto. Los factores naturales como: temperatura, presión, viento, humedad y precipitaciones, son factores medioambientales que juega un papel muy importante para el desarrollo agropecuario.

Con el estudio de la agroclimatología se ha ido desarrollando una necesidad a partir de la relación que existe entre la agricultura y los fenómenos y procesos del clima. Si bien el clima no es el único factor del medio físico cuya influencia se deja sentir en la actividad agropecuaria, es cierto que es el que está sometido a variaciones más bruscas en el tiempo, y por lo tanto, sus efectos son más visibles a corto plazo. En pocas semanas e incluso en días, el clima puede convertirse en un importante factor de riesgo que conlleva, en ocasiones, en pérdidas sustanciales o totales en las cosechas.

A pesar de avances tecnológicos, es necesario incrementar la capacidad del productor del sector agropecuario para comprender y responder al clima, con el fin de reducir la incertidumbre ante decisiones que afectan los factores meteorológicos.

Con la aplicación de las tecnologías de la información y comunicación se presenta el desarrollo de una herramienta que permite consultar datos que se generan de la red de estaciones agroclimatológicas en el Estado de Baja California, para determinar, analizar y fijar factores adversos del clima tales como: heladas, sequías, temperaturas extremas, vientos, o lluvias torrenciales, y con el uso de la tecnología móvil, informar sobre alertas climatológicas que eviten daños o pérdidas en la producción agropecuaria. Además proporcionar elementos para la

toma de decisiones respecto al ahorro de agua, agroquímicos y control de plagas y enfermedades, tanto a los cultivos como a los animales.

1.1 Antecedentes

Sánchez Nicole (2013), define al clima como al conjunto de fenómenos meteorológicos que suceden en las diferentes regiones del planeta y que abarcan elementos tales como temperatura, precipitaciones, humedad, nubosidad, presión, viento, etc.

Las actividades productivas del hombre se ven fuertemente influidas por el clima, tanto el sector productivo como el de transformación e incluso el de servicios dependen significativamente del comportamiento climático.

En la actualidad, es posible conocer cualquier factor climático del mundo y su impacto sobre un ecosistema específico a través del estudio de la meteorología.

El estudio de la agroclimatología ha adquirido importancia e interés debido a la necesidad de conocer los fenómenos del clima que favorecen o afectan al sector agropecuario.

Para dar inicio es importante definir la meteorología y la climatología.

La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales en México, dentro de su página en internet menciona que la meteorología es la rama de la ciencia que aborda los fenómenos que ocurren en la atmósfera. Comprende el estudio del tiempo y el clima; además de ocuparse del estudio físico, dinámico y químico de la atmósfera terrestre en general.

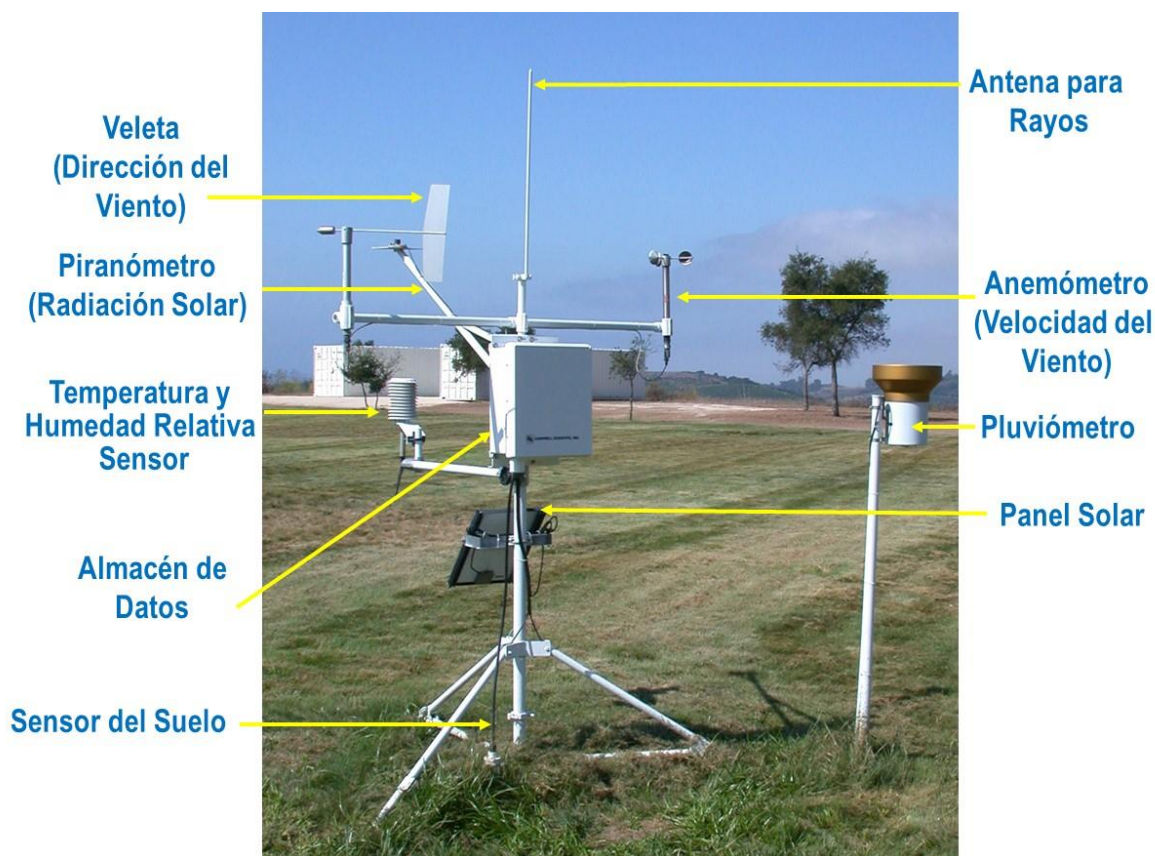
Guzmán R. Sergio, Jiménez T. Arturo, Ruiz C.I Salvador (2009) mencionan que la climatología es la ciencia que estudia el clima y sus variaciones a lo largo del tiempo. Aunque utiliza los mismos parámetros que la meteorología, su objetivo es distinto, ya que no pretende hacer previsiones inmediatas, si no estudiar las características climáticas a largo plazo. En general, la climatología es la ciencia dedicada al estudio de los climas con relación a sus características, variaciones, distribución, tipos y posibles causas determinantes

Siendo entonces la agrometeorología rama de la meteorología dedicada al estudio de los elementos meteorológicos y climáticos, así como su influencia en las actividades agrícolas.

Con el propósito de obtener información de las condiciones del clima en relación con el desarrollo, crecimiento, manejo y necesidad de agua de los cultivos, el Gobierno del Estado de Baja California a través de la Secretaría de Fomento Agropecuario establece una red de estaciones agroclimatológicas en Baja California.

Grageda, G. J., Medina G. Guillermo, Osorio A.G., Sabori P. R. y Ramírez A. J. L. (2002) menciona que una estación agroclimatológica es un dispositivo dotado con sensores que responden a estímulos electrónicos, que tienen la capacidad de registrar y coleccionar información meteorológica: monitoreo de variación de la temperatura del aire, humedad relativa, radiación solar, humedad, dirección y velocidad del viento, presión atmosférica, entre otras, de manera automática (Ver figura 1.1).

Figura 1.1 Principales componentes de una estación agroclimatológica.



La medida de las condiciones del tiempo atmosférico se representa en 32 variables agroclimatológicas, siendo las más específicas 14 de ellas, desglosadas por hora, día, mes y año. La descarga de datos se realiza cada 15 minutos y los datos son transmitidos a una base central para su procesamiento.

Para la instalación de una estación agroclimática se debe elegir correctamente la ubicación, los instrumentos, así como la adecuada disposición de los mismos (protección, orientación, altura). Además, se debe de prever la existencia de personal especializado para el mantenimiento, lectura y envío de la información a la base central correspondiente.

En enero de 2005 se instalaron las dos primeras estaciones agroclimatológicas y para finales de 2011 se logran instalar 15 equipos más en el Estado. Actualmente la red de estaciones agroclimatológicas se encuentra operando con cinco estaciones en el valle de Mexicali y doce en la Zona Costa (Ver tabla 1.1). El área de influencia puede variar dependiendo de cada estación. (Ver figuras 1.2 y 1.3).

Tabla 1.1. Estaciones agroclimatológicas del Estado de Baja California

Número	Nombre	Ubicación	Municipio
1	Andrade	Mesa Testamentaria de Andrade	Mexicali
2	San Luis	Col. Miguel Alemán	Mexicali
3	Zacatecas	Col. Zacatecas	Mexicali
4	Nuevo León	Ejido Nuevo León	Mexicali
5	Mexicali	Colonia Colorado III	Mexicali
6	Las Palmas	Valle de las Palmas	Tecate
7	El Porvenir	Valle de Guadalupe	Ensenada
8	Guadalupe	Valle de Guadalupe	Ensenada
9	Ojos Negros	Valle de Ojos Negros	Ensenada
10	Trinidad Este	Valle de la Trinidad	Ensenada
11	Trinidad Oeste	Valle de la Trinidad	Ensenada
12	Santo Tomas	Valle de Santo Tomas	Ensenada
13	Maneadero	Valle de Maneadero	Ensenada
14	Eréndira	Valle de San Vicente	Ensenada
15	San Simón	Valle de San Quintín	Ensenada
16	San Isidro	Valle de San Quintín	Ensenada
17	Colonet	Rancho la Meza	Ensenada

Figura 1.2 Áreas de influencia de la red de estaciones agroclimatológicas Valle de Mexicali.

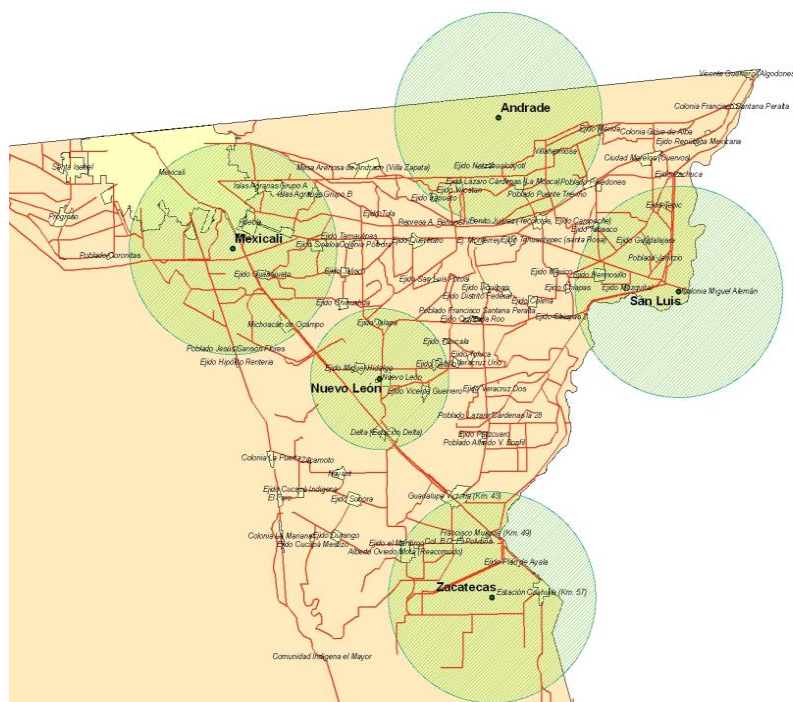


Figura. 1.3 Áreas de influencia de la red de estaciones agroclimatológicas Zona Costa.



1.2 Planteamiento del Problema

Uno de los problemas más comunes en la toma de decisiones en los diversos ámbitos del sector agropecuario es la escasa información meteorológica de apoyo para tomar una acción. En México, la mayor parte de las estaciones que integran las redes de monitoreo meteorológico son de tipo ordinario, esto es, registran información de temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación, evaporación y dirección del viento, siendo necesaria la consulta de la totalidad de los elementos del clima sobre todo con fines de aplicación a la agricultura.

El productor agropecuario requiere de herramientas de consulta que le permitan incrementar la capacidad de responder ante el clima, principalmente en la reducción de costos de producción: en el ahorro de agua de riego, ya que, la disponibilidad de agua es de 80% para uso exclusivo en la agricultura del Estado, en el uso de agroquímicos, lo que provoca un riesgo para la salud humana y el medio ambiente, y el control de plagas y enfermedades que conlleva efectos negativos al momento de la exportación agrícola y representa una amenaza para las localidades distantes.

El sector pecuario no está exento de los factores climáticos, principalmente por altas temperaturas que se presentan cada verano. Estas condiciones ambientales extremas limitan la eficiencia de los mecanismos de termorregulación en los animales, provocando Estrés Calórico (EC), lo que disminuye considerablemente su eficiencia reproductiva y productiva de leche o para carne bajo los diferentes sistemas de producción (Mujika A. Imanol, 2005).

Tanto el productor pecuario, como el productor que cultiva a cielo abierto, nunca podrán tener control del clima. Es conveniente que esté bien informado de las condiciones climatológicas para poder hacer frente a cualquier eventualidad ambiental, recordar que al clima no lo podemos controlar, pero si monitorear.

Con la consulta de una base de datos agroclimatológica se podrá apoyar al productor agropecuario en ofrecer información climatológica para mejorar de

manera importante la aplicación del riego a los cultivos agrícolas, reducir pérdidas y daños a la producción por efectos adversos provocados por fenómenos meteorológicos, detectar la incidencia de plagas y enfermedades, tanto a los cultivos como a los animales, aportando también información para prevenir incendios forestales y prevenir riesgos climáticos mediante alertas a través de dispositivos móviles.

A pesar de que las estaciones están operando y generando información diariamente el método de recopilación sigue siendo de manera manual, es necesario hacer uso de las tecnologías de la información para mantener comunicación estación/servidor central, procesar, almacenar y presentar los datos generados en diversos formatos para su difusión a través de internet.

1.3. Objetivo General

Implementar una herramienta aplicando la tecnología móvil que ofrezca información generada de la red de estaciones agroclimatológicas para apoyo en la toma de decisiones del sector agropecuario del Estado de Baja California.

Objetivos Específicos:

1. Identificar las variables climatológicas fundamentales para la toma de decisiones en el sector agropecuario en Baja California.
2. Identificar los principales medios tecnológicos de consulta de las variables climatológicas que utilizan los agroproductores, académicos e investigadores de la región de Baja California.
3. Desarrollar una herramienta que proporcione la información de las principales variables climatológicas de acuerdo a las necesidades de información de los agroproductores, académicos e investigadores de la región de Baja California.
4. Diseñar una estrategia para difundir el uso de la herramienta en las principales zonas productoras del Estado.

1.4 Alcances y limitaciones

De acuerdo al Plan Estatal Desarrollo del Estado de Baja California 2008-2013, el sector primario es la base de la estructura económica de Baja California. Las actividades agropecuarias y pesqueras representan el 3.3% del PIB estatal y el 2.6% respecto al total nacional en dicha actividad económica. En lo referente a la población económicamente activa en el Estado, el 5.8% está empleado en el sector primario.

A pesar de la importancia que representa el sector agropecuario en la economía de Baja California, es uno de los sectores con el menor beneficio de las tecnologías de la información. El Gobierno del Estado consciente de esta situación ha invertido gran parte de su presupuesto en equipo necesario para el mejoramiento y modernización de las unidades productivas; un ejemplo de esto, fue la instalación de la red de estaciones agropecuarias en el Estado.

Con información derivada de la instalación de la red de estaciones agroclimatológicas se logra beneficiar dos zonas productoras agrícolas de gran importancia económica: la zona del Valle de Mexicali con un 70% de la superficie cosechada, y la zona costa que representa el 30% de la superficie cosechada y que abarca los municipios de Tecate, Tijuana, Playas de Rosarito y Ensenada. (Plan Estatal Desarrollo del Estado de Baja California, 2008-2013).

Para obtener el resultado esperado, es necesario el correcto funcionamiento de la red de estaciones agroclimatológicas, la única manera de lograrlo, es con la aplicación de un programa de mantenimiento y operación con presupuesto económico destinado exclusivamente. Es importante asegurar el recurso, ya que, la falta de presupuesto en este sentido, provocaría un incorrecto funcionamiento en la descarga de datos de la red de estaciones.

Para establecer comunicación entre la estación central con la red de estaciones agroclimatológicas de manera automática será necesario hacer uso de los medios de transmisión de datos vía GPRS y GSM, la funcionalidad de la actualización de

los datos dependerá de la disponibilidad del servicio, además implica un costo adicional al presupuesto de mantenimiento.

Terminología

Agroclimatología: Rama de la meteorología dedicada al estudio de los elementos meteorológicos y climáticos, así como su influencia en las actividades agrícolas. (Grageda et al. 2002)

Agroquímicos: Sustancias químicas o mezcla de sustancias, destinadas a matar, repeler, atraer o regular crecimiento de seres vivos considerados plagas. (Reyes, G. 2002)

Datos vía GPRS: *General Packet Radio Service*, Servicio de transmisión de datos mediante conmutación de paquetes. Sus ventajas son múltiples, y se aplican fundamentalmente a las transmisiones de datos que produzcan tráfico "a ráfagas", es decir, discontinuo. Por ejemplo, Internet y mensajería. (Bettstetter, Christian, 1999).

Datos vía GSM: Sistema Global para las comunicaciones móviles, es un sistema estándar, libre de regalías de telefonía móvil digital. (Bettstetter, Christian, 1999).

Estrés Calórico: Alteraciones agudas en el comportamiento de los animales, provocando serios problemas reproductivos. El estrés calórico se da cuando el organismo del animal no es capaz ni de bajar su temperatura corporal, ni de sobreponerse al calor existente. (Mujika A. Imanol 2005).

Pluviometro: Es un instrumento que se utiliza para medir la altura de la precipitación (Grageda et al. 2002).

Evapotranspiración: Cambio de la fase del agua de un estado líquido a sólido por absorción de calor. Se produce una circulación que va de los cuerpos de agua hacia la atmósfera. A mayor evapotranspiración la atmósfera será más húmeda llegando más rápido a un estado de saturación, lo que eleva la probabilidad de precipitaciones. (Valenzuela et al. 2008)

Horas frío: Se definen como el número de horas que pasa la especie vegetal, durante el periodo de reposo invernal, a temperaturas iguales o inferiores a un determinado umbral (Félix et al. 2009).

Heladas: Todo descenso de temperatura del aire igual o bajo 0°C. (Félix et al. 2009).

Unidades Calor (UC) o Grados Día: Se definen como la integración de la curva de temperatura ambiental entre la temperatura crítica máxima y crítica mínima de crecimiento, las cuales, definen el rango de temperatura donde el cultivo se desarrolla adecuadamente, fuera de ese rango, el cultivo detiene su crecimiento o muere (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2013).

Capítulo 2

Marco teórico

2.1 Impacto del clima en el sector agropecuario.

Todas las modificaciones que tengan lugar en el sistema climático afectarán seriamente a los agroecosistemas actuales y por consiguiente a la seguridad alimentaria. Como era de esperar, los efectos del cambio climático no son iguales en todos los lugares del globo, sino que vienen dados por la latitud del lugar en el que se desarrollen las explotaciones (Lorente Saiz Alberto, 2010).

El clima y su variabilidad afectan a toda la economía, pero el sector agrícola tiene una mayor vulnerabilidad. La agricultura está bien adaptada a las condiciones medias climáticas de un lugar pero es sensible a la variabilidad climática. Este efecto varía, según el cultivo y el sistema de producción. Pero no solo impacta sobre la producción primaria, también afecta al resto de la cadena agroalimentaria. (Girardin I., 1998).

Dado que el clima es uno de los componentes ambientales más determinantes en la adaptación, distribución y productividad de los seres vivos, la información del estado del tiempo es fundamental para la toma de decisiones en la agricultura moderna que requiere información meteorológica actualizada para orientar los procesos de producción.

La agricultura es una actividad estrechamente relacionada con el clima, la cantidad de agua de lluvia, la humedad almacenada en el suelo, la ocurrencia de heladas, o la presencia de granizo, constituyen algunos de los componentes del clima que año con año repercuten en la producción de cosechas.

La presencia de plagas y enfermedades, la eficiencia en la absorción de nutrientes, la demanda de agua por las plantas y la duración de los ciclos vegetativos, dependen también en gran medida de las condiciones del clima, razón por la que la agroclimatología surge como responsable del estudio de los

elementos meteorológicos y climáticos, así como su influencia en las actividades agrícolas (Guzmán et al. 2002).

Por otra parte, los efectos del cambio climático en el sector agropecuario serán diferentes según se trate de ganadería extensiva o intensiva. La ganadería extensiva, es la que se encuentra más ligada a las condiciones naturales del medio, por lo que se verá más afectada directamente por las modificaciones ambientales que se produzcan. El modelo tradicional extensivo tiene que sobrevivir en la actualidad luchando contra unas condiciones poco propicias. Lo peor es que las oportunidades que les depara el futuro, según los expertos, son escasas o nulas. Por ejemplo, según la (FAO) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (2009), desde el punto de vista de la alimentación del ganado, el aumento de las temperaturas influirá en que, en las zonas áridas o semiáridas, el ganado ingiera menos alimento. Su producción, por lo tanto, será menor, dando lugar a una situación de estrés fisiológico. Lorente (2010) menciona que en cuanto a los pastos y los forrajes, la ausencia de precipitaciones hará que los pastos se desarrollen más lentamente. De este modo, la sobreexplotación y la degradación serán mayores. En estrecha relación con esto aparecerán problemas de acceso y necesidad de agua, problema que será compartido con los seres humanos. La ausencia de alimento y agua pueden desencadenar enfermedades en los animales que afecten a su productividad cárnica y a su fertilidad.

2.2 Uso de la información a agroclimatológica en la agricultura

El sector primario es fuertemente influenciado por el comportamiento de las variables climáticas, representando una de las fuentes de variabilidad e incertidumbre que más afectan a los agricultores de todo el mundo (Martínez, 2004).

El estudio de los factores climáticos en el crecimiento y desarrollo de los organismos vivos durante todo su ciclo fisiológico y las características climáticas específicas de una zona de cultivo, expresadas en términos estadísticos, son elementos apoyo en el desarrollo sostenible de la agricultura (Hoyos, 2006).

Dichos estudios proveen información fundamental, especialmente en los países en vías desarrollo, en donde la producción de un nuevo cultivo, o de nuevas variedades de alimentos y plantas puede constituir un importante factor para su desarrollo económico.

Los objetivos de la agroclimatología, por un lado son, profundizar en el conocimiento de las relaciones existentes entre el clima y la actividad agrícola, tanto de los cultivos como de los métodos y técnicas utilizadas, y por otro lado, proporcionar las bases estadísticas científicas necesarias para optimizar la toma de decisiones en la planificación agrícola a corto y a largo plazo.

2.3 Estaciones agroclimatológicas

En los últimos años los progresos en el monitoreo del clima y de avances tecnológicos han motivado la introducción de estaciones de monitoreo meteorológico, con el propósito de tener un conocimiento de las condiciones en relación con el desarrollo y crecimiento de los cultivos y su manejo, permitiendo de paso el flujo de información en tiempo real y su uso en la predicción del tiempo a corto plazo.

Las redes de estaciones son herramientas de apoyo para la toma de decisiones con base en los datos de los elementos climatológicos y ofrecer recomendaciones técnicas orientadas a disminuir el impacto de las condiciones adversas del tiempo sobre los cultivos (Medina et al. 2009).

Una estación agroclimatológica automatizada es una estructura o dispositivo dotado con sensores que responden a estímulos electrónicos, que tienen la capacidad de registrar y coleccionar información meteorológica en forma automática y en tiempo real, que permiten monitorear la variación de la temperatura del aire, humedad relativa, radiación solar, dirección y velocidad del viento, lluvia, temperatura del suelo, presión atmosférica, entre otras. (Medina et al. 2009)

Las estaciones agroclimatológicas están equipadas con sensores para medir las variables:

- Temperatura del aire
- Precipitación
- Humedad relativa
- Radiación solar
- Velocidad del viento
- Dirección de viento
- Humedad de la hoja

2.4 Uso de la red de estaciones agroclimatológicas

Una red de estaciones agroclimatológicas es un conjunto de estaciones meteorológicas automatizadas distribuidas estratégicamente en una región o zona, las cuales registran en forma continua las condiciones del tiempo atmosférico de una región y envían los datos a una base central para ser almacenados, procesados, interpretados y distribuidos de manera oportuna a los usuarios, incluso en tiempo real o cercano al real (Grageda et al. 2002).

El incremento en número de redes de estaciones está dado conforme a las demandas tecnológicas, de los agricultores o Gobiernos de los Estados, las cuales requieren datos más específicos y exactos (Grageda et al. 2002).

Los datos agroclimatológicos se registran en cada estación de la red y son transferidos mediante una llamada de teléfono celular, a una computadora central en donde son almacenados, procesados y presentados en diversos formatos para su difusión en internet.

Grageda et al. (2002), mencionan que los sensores con los que cuentan las estaciones realizan mediciones de las siguientes variables:

- Temperatura del aire: la temperatura es la medida del contenido de un cuerpo o del medio ambiente. El calor equivale a la energía calorífica que contiene. Se mide con el sensor denominado termómetro y se expresa en grados centígrados. (°C)

- Precipitación pluvial: la precipitación pluvial es la caída directa de gotas de agua o de cristales de hielo sobre la superficie terrestre. La cantidad de precipitación se mide en milímetros (mm) con el sensor llamado pluviómetro.
- Humedad ambiental: se denomina humedad ambiental a la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Se puede expresar de forma absoluta o de forma relativa denominándose humedad relativa o grado de humedad. Normalmente se emplea la segunda y se expresa como porcentaje (%) respecto a un ambiente saturado. La humedad relativa se mide normalmente con un sensor psicrómetro.
- Radiación solar: es el flujo de energía que se recibe del sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias. Es medida en calorías por centímetro cuadrado por minuto o por día (cal/cm/día) o en watts por metro cuadrado con el sensor denominado pirómetro.
- Velocidad del viento: el viento es definido como “el aire en movimiento” y se describe por dos características: la velocidad y la dirección. El instrumento que se usa para medir la velocidad del viento se llama anemómetro. Se mide en unidades m/s o km/hr.
- Dirección del viento se llama dirección del viento al punto del horizonte de donde viene o sopla. Para distinguir la dirección se le aplica el nombre de los principales puntos cardinales o grados de azimuth con respecto al norte magnético. El instrumento que se usa para medir la dirección es la veleta. Se expresa en grados azimuth o puntos cardinales N, S, E, W, NE, NW, SE, SW.
- Humedad de las hojas: esta variable que registran las estaciones se refiere a la humedad que se encuentra en la superficie de las hojas, ya sea por formación de rocío o por lluvia. Se mide en unidades del 0 al 10.

2.5 Aplicación de la información de las estaciones agroclimatológicas

Según Grageda et al. (2002), las aplicaciones de la información se representan en los siguientes elementos:

Temperatura del aire: esta variable climática es importante para calcular unidades térmicas de crecimiento de los cultivos, comúnmente llamadas unidades calor o grados día, mediante las cuales es posible medir la influencia de la temperatura en la velocidad de desarrollo de los cultivos e insectos, y con ello predecir la aparición de etapas fenológicas de cultivos y estadios biológicos en los insectos. Los registros de temperatura también se usan para calcular horas o unidades frío requeridas para los frutales y algunos insectos durante la etapa de hibernación. En regiones de clima templado, la temperatura de 0°C se usa como referencia para estimar periodos libres de heladas durante las etapas de crecimiento.

Humedad relativa: esta variable es importante para pronosticar heladas junto con la temperatura. También es una variable climática clave para el pronóstico de enfermedades de cultivos, y se utiliza en combinación con otras variables para estimar la evapotranspiración.

Radiación Solar: es importante para estimar la acumulación de materia seca por cultivo. También se usa para estimar la evapotranspiración potencial a través de fórmulas empíricas que involucran diversos factores del clima.

Velocidad y dirección del viento: estos dos factores son competentes esenciales para determinar la evapotranspiración en cultivos. También son importantes por su efecto en la erosión del suelo y daños a los cultivos, así como en la programación de aplicaciones de pesticidas. Por otro lado permiten conocer la trayectoria de organismos beneficios y nocivos a las plantas y distribución del polen de las plantas.

Precipitación pluvial: se utiliza para estudiar el estado en la producción de cultivos, predecir posibles problemas de enfermedades y daños físicos en los cultivos. También puede utilizarse para calcular balances hídricos e índices de sequía y fechas de siembra, entre otras.

Humedad de las hojas: el contenido de húmedas de las hojas está directamente relacionado con la presencia de enfermedades, por lo que ésta variable se utiliza para su pronóstico.

Grageda et al. (2002) también mencionan que con toda la información que captan las estaciones, es posible además calcular otros parámetros que son importantes para la agricultura, tal es el caso de:

- La probabilidad de ocurrencia de lluvias, que es de gran utilidad para el cálculo de balances de humedad en cultivos, labores de preparación de suelos, siembra, germinación, control de malezas, aplicación de fertilizantes, cosechas, etc.
- Ocurrencia de temperaturas extremas en duración y localización, que ayudan a medir niveles de riesgo en heladas tempranas o tardías, o agobio calórico en plantas.
- Estimación de evapotranspiración mediante la información de radiación solar y humedad y horas de luminosidad.
- Determinación del nivel de riesgo climático para la ocurrencia de enfermedades en el cultivo, utilizando de manera combinada los datos de humedad relativa de la hoja, nubosidad (radiación solar) y temperatura.
- Índices de acame de plantas y daño a frutos y flores, mediante la valoración de los niveles de velocidad de viento registrados. Esta información de velocidad de viento puede ser útil también en el diseño y construcción de cortinas rompe vientos.

En general la información del clima es parte fundamental para la toma de decisiones en la agricultura, dentro de las aplicaciones puede darse de la siguiente manera:

- Cálculo de necesidades de riego.
- Pronóstico de aparición y monitoreo del desarrollo de plagas y enfermedades.
- Monitoreo de acumulación de unidades calor y horas frío.

- Medición del número e intensidad de heladas.
- Pronóstico de cosechas.
- Estimación de fechas de cosechas.
- Cálculo de índices de confort climático para ganado.
- Determinación de la fecha en que existe humedad adecuada en el suelo para el inicio de siembras.
- Evaluación de días apropiados para realizar la fertilización
- Determinación de días adecuados y no adecuados para realizar escardas o cualquier laboreo del suelo.
- Orientación de la planeación de podas en árboles frutales.

2.6 Uso de tecnología para la consulta de información agroclimatológica

Como se ha mencionado anteriormente, los productores agropecuarios requieren información climática y servicios de predicción en una manera oportuna y fácil acceso.

Los Gobiernos en diferentes partes del mundo, están destinando gran parte de su presupuesto en ofrecer información agroclimática, tanto a productores agropecuarios como al público en general. La proliferación de redes de estaciones agroclimáticas en países desarrollados, y en vías de desarrollo, están demandando hacer uso de las tecnologías de la información que aseguren que la información detallada sobre clima presente y futuro y sus variaciones, sean entregadas a los usuarios a tiempo y en un formato apropiado.

Básicamente la tecnología de la información en la agroclimatología es utilizada en generar las bases de datos de las variables del medio ambiente físico y climatológico, representar cartográficamente las áreas clasificadas con aptitud para la producción, y generar sistemas de consulta de la información estadística histórica sobre el comportamiento climático por zona geográfica. No debemos olvidar que las estaciones remotas requieren de tecnología de comunicación para conectarse. Dependiendo del tipo y modelo de estación el software de comunicación puede variar.

Aunque las redes de estaciones agroclimáticas son en su mayoría implementadas con recursos presupuestales de los Gobiernos Estales en todo el mundo, es importante indicar que existen redes que son instaladas por productores agropecuarios de manera privada, la gran mayoría, son grandes exportadores de productos que se ven beneficiados por los datos que las estaciones les proporciona.

La diferencia de las redes de estaciones estatales y las privadas, radica en el uso de los datos que arrojan las estaciones, como es lógico, una red privada solo utiliza los datos para su propio beneficio, aunque puede existir convenios para uso de información con algún Estado, la mayoría trabaja de manera independiente, el uso y mantenimiento siguen siendo propio, en cambio la red Estatal, presenta y difunde la información que las estaciones procesan diariamente de manera pública. El medio de consulta generalmente es utilizando páginas en internet, donde los usuarios pueden generar consultas por rangos de fecha y por número de estación. Los datos podrán variar en su presentación ya que la zona geográfica de ubicación determinara la necesidad de datos climáticos por región.

2.7 Red de estaciones agroclimatológicas en el mundo.

La agroclimatología ha ido adquiriendo importancia a través de los años, surgió como una base científica pero poco a poco ha tomado enfoques en toma de decisiones, principalmente en prevenir efectos negativos en la producción y en uso sustentable del agua. Organismos internacionales como la FAO y la OMM (Organización Meteorológica Mundial) se han propuesto como objetivo difundir el alcance de la climatología agrícola, las investigaciones que se han llevado a cabo y sus aplicaciones. Además de ellos son numerosos los Institutos y departamentos universitarios que incluyen la agroclimatología entre sus líneas de investigación, como el caso de la Universidad Autónoma de Chapingo del Estado de México que es reconocida nacional e internacionalmente como de alta calidad académica en la educación enfocada exclusivamente en cuestiones agronómicas, ambientales y del medio rural.

Europa es pionera en la instalación de red de estaciones agroclimatológicas, España por ejemplo, en el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, con fondos procedentes de la Unión Europea, ha instalado en la Comunidad Andaluza una red de estaciones meteorológicas automáticas y un centro regional de explotación de datos que permite disponer de información agrometeorológica para el conjunto de los productores de Andalucía.

La red cuenta con 104 estaciones ubicadas estratégicamente en 8 Estados (Almería Cádiz, Córdoba, Granada, Huelva, Jaén, Málaga, Sevilla).

La finalidad principal de esta red es ofrecer una estimación de las necesidades de agua de los cultivos, precisar de una información meteorológica de calidad que abarque la mayor parte de la superficie regada de Andalucía (Estaciones agroclimáticas, junta de Andalucía, 2013).

Las estaciones cuentan con un adecuado plan de mantenimiento, así como con una exhaustiva revisión de los registros que suministran los sensores.

Los datos son difundidos dentro de su página en internet, se pueden consultar base histórica desde el año 2000 de 15 variables, además de proporcionar datos acumulados y gráficas.

En países de Latinoamérica, Colombia Perú, Chile entre otros han utilizado esta tecnología con gran éxito. Estados Unidos por ejemplo. en el Estado de California, existe el *California Management Information System* (CIMIS) Sistema de Información para el Manejo de Agua de California, es un programa de la *Office of Water Use Efficiency* (OWUE) Oficina de Eficiencia del Uso del Agua, *California Department of Water Resources* (DWR) Departamento de Recursos Hidráulicos, que cuenta con una red de 120 estaciones meteorológicas automáticas en el Estado de California. CIMIS fue desarrollado en 1982 por el DWR y la Universidad de California, para ayudar a los regantes en la gestión en sus recursos hídricos de manera eficiente. El 75% del total de las estaciones del CIMIS les pertenecen a distritos de riego, agencias de agua local, universidades, sectores del Gobierno Federal, Estatal y Municipios.

Las estaciones meteorológicas del CIMIS colectan datos meteorológicos sobre una base minuto a minuto, calculan los valores diarios y por hora y son almacenados en los registradores de datos. Una computadora en la sede de DWR en Sacramento California llama a cada estación a partir de la medianoche, hora del pacífico (PST) y recupera los datos de cada día. Los datos de las estaciones pueden ser consultados dentro de una página en internet. El método de acceso es forma gratuita. Aunque la participación no es un requisito, el acceso a datos para usuarios no registrados se limita a los informes de ejemplo. Los usuarios registrados tienen el privilegio de acceder al conjunto de datos más detallado de CIMIS. La información de registro es confidencial y es utilizada por el personal CIMIS para los informes estadísticos y para ofrecer mejores servicios.

El objetivo principal de CIMIS es poner a disposición del público de manera gratuita, información útil para calcular el uso de agua de los cultivos para la programación de riego. Aunque la programación del riego sigue siendo el principal uso de CIMIS, los usos se hayan en constante expansión en los últimos años. En la actualidad, hay aproximadamente 6.000 usuarios registrados CIMIS de diversos orígenes. Se estima solicitudes de información CIMIS en la página en internet es en promedio aproximadamente 70,000 por año. También hay muchos proveedores secundarios de datos meteorológicos CIMIS, como otros sitios web, radio, periódicos, consultores y agencias de agua locales servicios (California Irrigation Management information system, 2013).

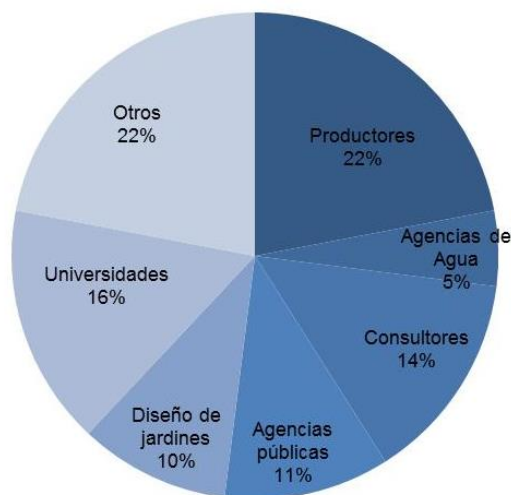
CIMIS continúa mejorando en la recopilación y difusión de datos para mantenerse al día con la evolución de las prácticas de riego y tecnologías de gestión. La disponibilidad de datos meteorológicos por hora, día y mes de CIMIS ha mejorado en gran medida la flexibilidad de las aplicaciones de datos.

Una de las aplicaciones más amplias es la relacionada con la planificación y gestión de los recursos. Estos recursos incluyen no sólo el uso del agua, sino también, la calidad del agua, la planificación de los presupuestos hídricos, el agua derramada de mantenimiento, recursos aéreos de vigilancia y la predicción y la gestión forestal.

El CIMIS es una de las pocas redes de estaciones agroclimáticas en el mundo que cuenta con una serie histórica de variables climáticas desde 1985, lo que permite a investigadores realizar estudios estadísticos sobre el comportamiento climático, conformando una metodología para realizar análisis de series de tiempo de clima para la toma de decisiones.

El CIMIS fue inicialmente diseñado para ayudar a los productores agrícolas, pero también es utilizado por los gestores territoriales que administran los parques, campos de golf y quienes desarrollan presupuestos de agua para determinar cuándo regar y cuánta agua aplicar, la base de usuarios se ha ampliado a lo largo de los años. Además de los mencionados anteriormente, se incluyen las agencias de agua locales, bomberos, tablero de control de aire, gerentes de control de plagas, investigadores universitarios, docentes y estudiantes, ingenieros de construcción, consultores, hidrólogos, agencias Estatales y Federales, los servicios públicos, las agencias meteorológicas y muchos más (Ver figura 2.7.1).

Figura 2.7.1 Categoría de usuarios registrados en CIMIS 2012.



En México, la SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), con apoyo del INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) de las Fundaciones Produce de los Estados (organismos que ofrecen una respuesta a necesidades en apoyo

y soporte a la innovación tecnológica en el sector agropecuario), implementaron la Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas.

El INIFAP, se podría decir que es el agente técnico ante la SAGARPA y responde al mandato institucional de mejorar la infraestructura para la medición del clima, conforme a los lineamientos del Fondo para Atender a la Población Afectada por Contingencias Climáticas (FAPRACC), emitido en el Diario Oficial de la Federación del 27 de mayo de 2003, y por otro lado, las Fundaciones Produce de los Estados son proveedores de información climatológica a las cadenas productivas del país, con el propósito de mejorar la competitividad del sector primario a través del aprovechamiento del clima que disponen las regiones agroecológicas del país.

Hasta noviembre de 2012, la red nacional está constituida por 932 estaciones registradas y ubicadas en 29 Estados (Aguascalientes, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sonora, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas) de la República Mexicana. Además se dispone de 21 estaciones localizadas en la región de Centroamérica, en los países de Belice, Guatemala y Honduras.

Aunque la finalidad de instalación de las estaciones es con fines meteorológicos, el tipo de estaciones arroja variables útiles para el sector primario, este hecho ha llevado a que algunos Estados, requieran utilizar datos más específicos en el sector agropecuario, lo que ha llevado a que implementar redes de estaciones adicionales a las que provee INIFAP, como ejemplo Sinaloa que cuenta con el Sistema Estatal de Clima Automatizado de Sinaloa (SECAS) fue creado como una herramienta para proporcionar información climática en tiempo real a los usuarios de las principales zonas productoras, de manera que sirva para planificar operaciones y responder a las variaciones naturales del clima.

Propósito fundamental del SECAS, además del establecimiento del sistema, ha sido mantener en correcta operación la red de 55 estaciones meteorológicas en

los principales distritos de riego del Estado, así como en la parte de la sierra con potencial agrícola (Fundación produce Sinaloa, 2013).

Estas estaciones recolectan, almacenan y procesan la información de siete variables climatológicas cada 15 minutos (temperatura, humedad relativa, radiación solar, precipitación pluvial, humedad de hoja, dirección y velocidad de viento), la cual es transformada para estar disponible en una página en internet en tiempo real e histórico. Lo que hace diferente esta red de estaciones es el recurso de consulta extra que ofrece, ya son los modelos para cultivos y plagas, es decir consulta de pronósticos y cálculos de las etapas fenológicas de los cultivos de maíz y tomate, así como de la presencia del gusano cogollero y del gusano elotero en función de los grados día desarrollo (GDD) obtenidos con las temperaturas de la estación seleccionada.

Casos de éxito en la implementación de estaciones agroclimatológicas en el mundo (Ver tabla 2.1).

Tabla 2.1 Casos de éxito en la implementación de estaciones agroclimatológicas en el mundo.

País	Estado	Número de estaciones	Medio de consulta	Número de usuarios registrados	Base histórica	Variables de consulta	Herramientas de consulta adicionales
España	Comunidad Andaluía	104	Página en Internet	No registra usuarios	2000	15	Consulta de gráficos
Estados Unidos	California	120	Página en internet	6,000	1985	14	Los usuarios registrados pueden obtener datos adicionales
México	Sinaloa	55	Página en internet	No registra usuarios	2006	7	Consulta de gráficos grados día

2.8 Red de estaciones agroclimatológicas en Baja California

En base al Plan Estatal de Desarrollo de Baja California 2008-2013 dentro de su eje 4 Economía Competitiva, en su línea estratégica 4.3.3 sustentabilidad de las actividades primarias, indica que el sector agropecuario del Estado enfrenta el reto de garantizar la sustentabilidad de las actividades productivas ante la creciente demanda de los productos del campo, así como los efectos negativos

del cambio climático, la falta de conservación de los recursos naturales que no se lleva a cabo con la eficiencia y el cuidado necesario. El suelo, agua y vegetación con la que cuenta la entidad son los que dan soporte a estas actividades económicas, por lo que la distribución en el Estado de la agricultura se desarrolla en tres grandes zonas: El Valle de Mexicali, así como Valles Altos y Valles Costeros, estos últimos conocidos como zona costa en Baja California.

El Valle de Mexicali cuenta con el 80% del agua disponible en el Estado, su principal fuente es el Río Colorado en Baja California. Debido a que se cuenta con la mayor disponibilidad en el Valle de Mexicali, en donde la eficiencia en el uso es menor, ocasionado por la falta de conservación en la infraestructura hidroagrícola concesionada a los usuarios y a los daños ocasionados por los sismos del pasado 4 de abril de 2010 que afectaron seriamente la infraestructura de conducción en más de 50 mil hectáreas (Actualización del Plan Estatal de Desarrollo de Baja California, 2008-2013).

En el caso de la zona costa, en donde se cuenta con el 20% del agua disponible en el Estado, el nivel de eficiencia en el uso de la agricultura es de los más altos a nivel nacional (Actualización del Plan Estatal de Desarrollo de Baja California, 2008-2013).

De no tomarse las medidas necesarias para revertir la problemática antes expuesta, se estará promoviendo que los recursos naturales con que cuenta el Estado disminuyan en detrimento de las actividades agropecuarias y económicas, situación que incidirá fuertemente en la economía de los productores agropecuarios (Actualización del Plan Estatal de Desarrollo de Baja California, 2008-2013).

El objetivo de esta estrategia es garantizar el manejo sustentable de los recursos, en base a esta medida el Gobierno del Estado ha destinado esfuerzo en aplicar tecnología en para beneficio principalmente en la reducción agua de riego en el Estado, instalando la red Estatal de estaciones agroclimatológicas en Baja California.

Actualmente la red está integrada por 17 estaciones, 5 instaladas en el Valle de Mexicali y 12 en Zona Costa (Ensenada y San Quintín), principales zonas productoras en el Estado.

2.9 Tendencias de la tecnología de información y comunicación en el sector rural en Baja California.

Las TICs pueden efectivamente, contribuir al aumento de la competitividad en los procesos, agregando valor a los productos y potenciando una oferta exportable de calidad. La información mejora los sistemas de gestión, influye en la toma de decisiones y repercute en los costos y manejo de los riesgos.

Es conocido que uno de los sectores más competitivos en la economía del Estado es la agricultura, a pesar de esta situación, es uno de los menos afortunados en tener uso de las tecnologías de la información.

A primera vista, las escasas estadísticas sobre el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en el sector agropecuario indican un rezago en comparación con otros sectores productivos.

El Censo de Población y Vivienda 2010 realizado por el (INEGI) Instituto Nacional de Estadística, Geografía, captó información sobre disponibilidad de bienes y tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) en la vivienda, por considerar que ésta es una de las variables que contribuyen a identificar las condiciones de incorporación de población a la vida moderna. En Baja California 43.9% tiene computadora y 35.4% cuentan con servicio de internet.

El (INEGI), indica que en el 2010, mayoría de las viviendas en Baja California disponían de refrigerador, lavadora, automóvil o camioneta, radio, televisión y línea telefónica; 15.1% contaba con computadora. Las proporciones de viviendas con estos bienes y TIC registran notables incrementos, con excepción de las viviendas con línea telefónica fija que decrecieron en 7.5 puntos porcentuales, probablemente como resultado de la generalización del uso de telefonía celular.

La mejoría más importante entre 2000 y 2010 fue la disponibilidad de computadora que de 15.1%, registra en el último evento censal 43.9%, esto es, un notable incremento de 28.8 puntos porcentuales.

Las localidades rurales en Baja California muestran bajos porcentajes de viviendas en la mayor parte de los rubros de bienes y TIC. Destacan la disponibilidad de televisión y refrigerador, 91.4% y 83.2% en ese orden, en tanto que en las localidades urbanas superan 94 por ciento. Las diferencias más significativas por tamaño de localidad se encuentran en la disponibilidad de computadora y de línea telefónica, en las que la diferencia favorece a los localidades urbanas por 27 y 33.7 puntos porcentuales, respectivamente (INEGI, 2010).

2.10 La tecnología móvil para consulta de información en el sector agropecuario.

Entendemos por tecnología móvil todo aquel dispositivo en la siguiente categoría: telefonía móvil, computadoras portables, localización inalámbrica, software móvil, telefonía satelital y redes inalámbricas.

La Telefonía móvil se ha convertido en un instrumento muy útil debido a la rapidez de comunicación entre las personas.

Hoy en día los teléfonos móviles con servicio de internet, pueden facilitar las labores cotidianas debido a que existen aplicaciones especialmente diseñadas para móviles que cumplan con necesidades de información.

La revista electrónica de google "*Think Insights*" (2013), que revisa y comenta acerca de los estudios sobre móviles actuales, menciona en su página en internet que en el 2013 existen más usuarios navegando desde móviles que desde la computadora personal. Que en el 2015 habrá un móvil por cada persona en el mundo y que las búsquedas desde móvil han crecido más de un 400% desde 2010.

Estas tendencias tecnológicas entre los usuarios permiten dar una visión del comportamiento de los usuarios en cuando al uso de los teléfonos móviles.

Los sectores productivos en el mundo toman ventaja de esta tecnología ya que, un sitio en internet para móviles puede ayudar atraer clientes potenciales a conectarse y a generar más negocio.

Para el sector agropecuario los servicios de telefonía móvil representan un gran potencial para transmitir información sobre agricultura sustentable a los productores y a otros actores en la cadena de valor agrícola. Para que esto pueda ser una realidad, es necesario ante todo identificarlos y fortalecer su participación.

Palmer (2012), menciona que un proyecto realizado en Uganda conocido como CELAC por sus siglas en inglés (Recolectando e intercambiando contenido agrícola local), sirve como ejemplo de una iniciativa que reúne datos locales. Lanzado en el 2003, el proyecto utiliza las TIC para mapear y diseminar conocimiento agrícola a través de las comunidades agrícolas. Se utiliza una mezcla de TIC que incluye la telefonía móvil, servicios brindados a través de portales web (por ejemplo audio blogs) y radios rurales. Además, se ofrece asistencia a los productores locales, lo que fortalece las conexiones entre las comunidades y brinda una gratificación por haber participado. Otro tipo de información sobre agricultura sustentable que puede ser diseminada, incluye información climática enviada a productores a través de teléfonos móviles.

En México, el uso de aplicaciones móviles para consulta de información para el sector agropecuario poco a poco ha ido tomando importancia. Los gobiernos de los Estados impulsan el desarrollo de esta tecnología con nuevas aplicaciones móviles creadas por el llamado gobierno en Línea, integrando la oferta de información agropecuaria para satisfacer las demandas sectoriales a través de la divulgación de información en línea.

Capítulo 3

Metodología

La aplicación de las tecnologías de la información, sobre datos climatológicos y meteorológicos aplicado al sector agropecuario tiene como principal objetivo realizar la captura, análisis e interpretación de los datos procedentes de la red de estaciones agroclimatológicas y después de su análisis y estudio estadístico, relacionarlos con la influencia que presentan los diferentes elementos y factores climáticos sobre las actividades relacionadas con el campo.

3.1 Sujetos

Para conocer el acceso, uso y manejo de las TIC's en los productores agropecuarios en sus actividades laborales; identificar las necesidades climáticas y definir nuevos factores que intervienen en el riesgo climático en los productores agropecuarios, se seleccionó el instrumento de recolección de información cuantitativa.

La encuesta fue aplicada al sector agropecuario del Estado de Baja California. Los participantes cumplieron con el siguiente perfil.

- Hombres y Mujeres
- Productores Agropecuarios
- Académicos / Investigadores
- Estudiantes

La muestra se determinó en base al padrón de usuarios de la información de la red de estaciones agroclimatológicas del Estado de Baja California 2013, proporcionada por la Dirección de Agricultura de la Secretaría de Fomento Agropecuario del Estado de Baja California, los cuales tiene un registro de 225 personas, con un 95% de confiabilidad y un +/- 0.5% de margen de error, la muestra fue de 143 encuestas.

Tabla 3.1. 1 Descripción de datos, fuente: elaboración propia

DESCRIPCIÓN DE DATOS	
N=Población	225
E=Error de estimación	5%
K=Nivel de confianza	95.00%
P= Proporción de la población que no pertenece a esta clase	50%
Q=Proporción de la población que no pertenece a esta clase	50%
N=Tamaño de la muestra	143

3.2 Materiales y Métodos

La encuesta se elaboró en un cuestionario con 20 ítems de opción múltiple y dos preguntas abiertas (Ver anexo 1).

El diseño del cuestionario fue desarrollado de manera física (papel), y también se realizó encuesta electrónica, la cual fue enviada vía correo electrónico para que fuera respondido por productores agropecuarios en zona costa (Ensenada, San Quintín, San Simón y Maneadero).

La encuesta se diseñó en tres secciones:

Primera: Equipamiento habitual respecto a las TIC'S: el objetivo de esta sección fue considerar estas variables para identificar la disponibilidad de herramientas tecnológicas en la población rural en Baja California.

Segunda: Acceso a internet: el objetivo fue identificar la disponibilidad de servicio, conexión y lugar de acceso a internet en el sector rural de Baja California, además, lograr identificar si el teléfono móvil ha sobrepasado ampliamente a sus competidores (el teléfono fijo) en lo que a implantación y uso cotidiano se refiere.

Tercera: Percepción o relación con las tecnologías de información: el objetivo fue comprobar el peso que los argumentos subjetivos tienen para los individuos del medio rural a la hora de explicar sus resistencias a la implantación de las TIC's. Permitió identificar la importancia de establecer herramientas de consulta de

información agroclimática, las variables climáticas útiles para sus actividades y la manera de acceso.

Una vez recolectada la información, fue capturada en una base de datos. Con el uso del programa estadístico informático SPSS se asignaron valores porcentuales a las variables de interés para generar estadísticas y gráficas.

Los resultados obtenidos en el análisis de datos obtenidos con la aplicación del instrumento de medición fueron los siguientes:

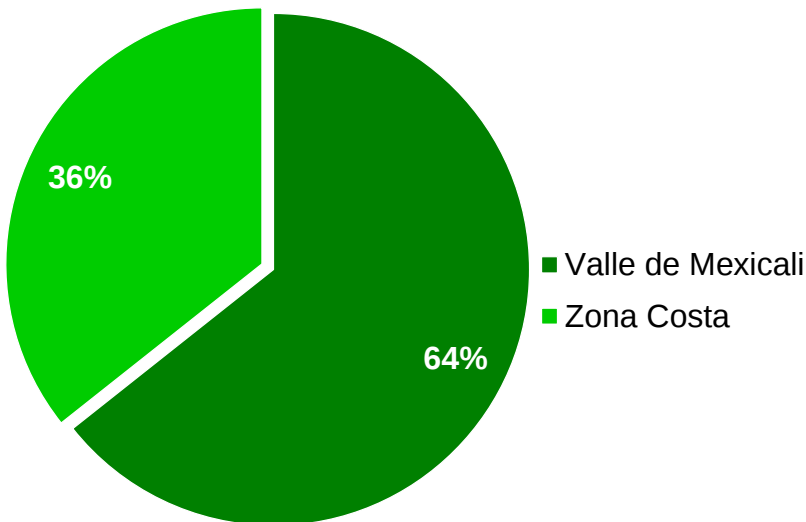
3.3 Análisis de Datos

Con la aplicación de la encuesta se obtuvo la siguiente información:

Tabla 3.3.1 Total de encuestados por zona productora

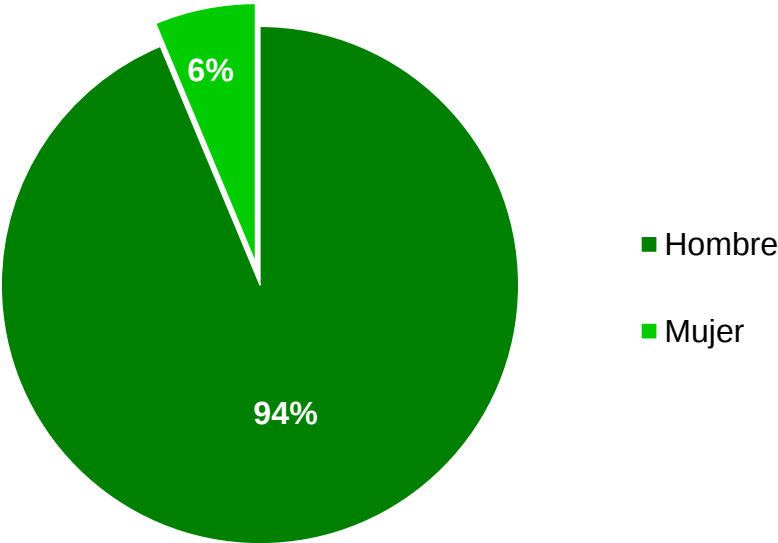
Zona Productora	
Valle de Mexicali	92
Zona Costa (Ensenada, San Quintín)	51

Gráfica 1. Zona Productora.



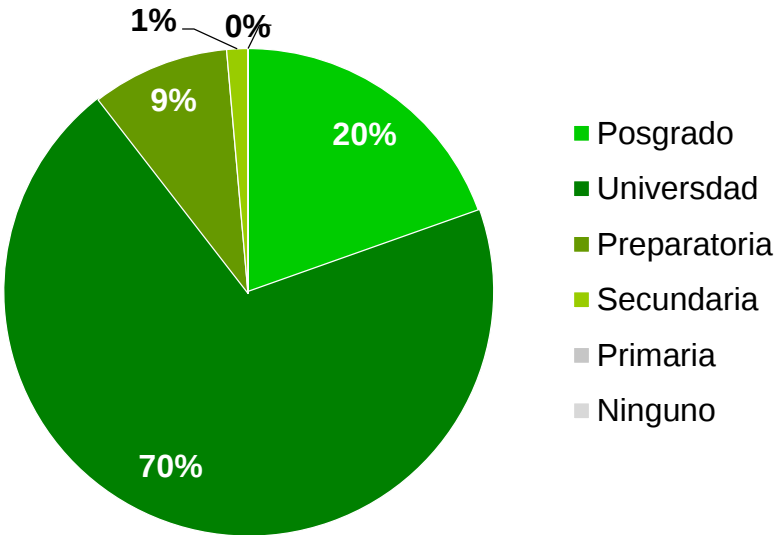
La aplicación del cuestionario indica que el 94% de los encuestados fueron Hombres y el resto Mujeres.

Gráfica 2. Sexo.



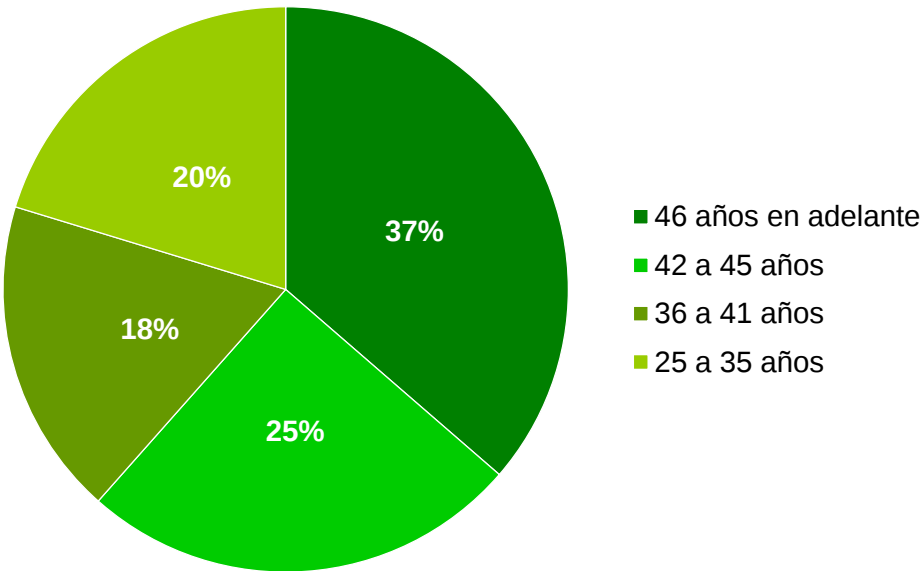
Con respecto a la ocupación de los encuestados, los resultados indicaron que 70% de los entrevistados tienen estudios universitarios, el 20% de posgrado, el 9% preparatoria y el resto nivel primaria y secundaria.

Gráfica 3. Nivel de estudios.



El resultado con respecto a la edad de los encuestados indica que 37% cuenta con 46 años ó más de edad, el 25% de 42 a 45 años de edad, el 18% de 36 a 41 años y el 20% de 25 a 35 años de edad.

Gráfica 4. Edad.



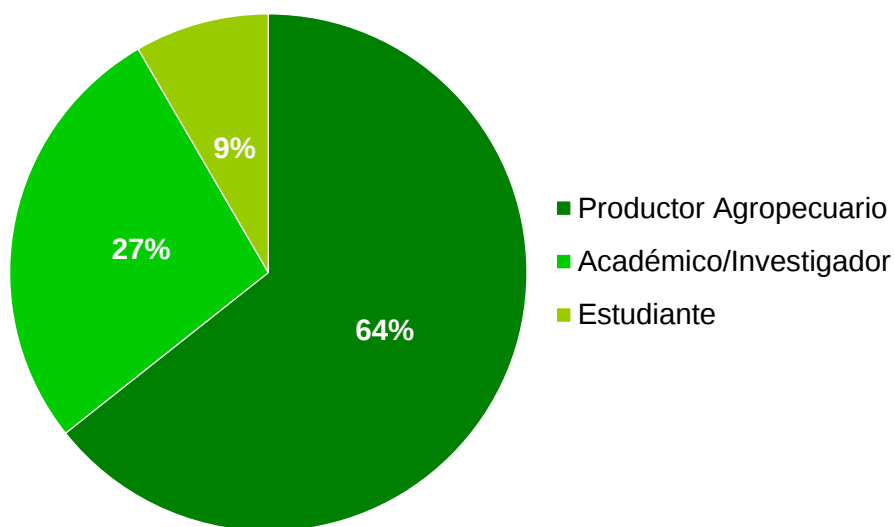
Un dato importante de conocer fue la ocupación de los encuestados, los resultados fueron los siguientes

Tabla 3.3.2 Ocupación de los encuestados

Ocupación		
Productor agropecuario	Académico/Investigador	Estudiante
92	39	12

Lo que representa que 64% de los encuestados fueron productores agropecuarios, 27% académicos e investigadores, y el resto estudiantes.

Gráfica 5. Ocupación.

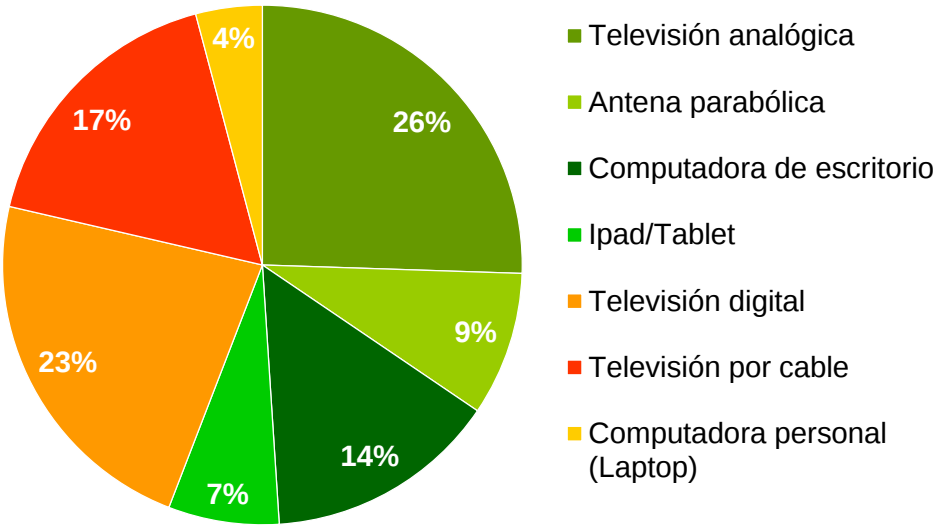


Equipamiento habitual respecto a las TIC'S

Para medir las condiciones de incorporación de las tecnologías de la información y comunicación dentro del sector rural a la vida moderna, se aplicaron ciertas preguntas respecto al uso de nuevas tecnologías tanto en vivienda como para uso en actividades laborales.

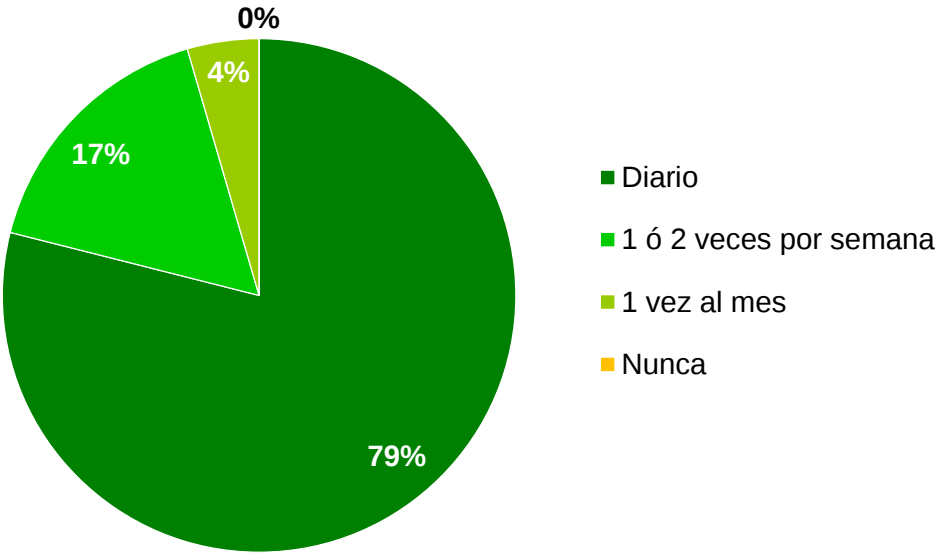
En relación a la disposición de equipamiento de tecnología dentro del sector rural indicó que con respecto a la señal de equipos de televisión: el 26% es de tipo analógico, el 17% por servicio de cable, el 4% digital y 9% antena parabólica. Equipos de proceso informático: el 14% respondieron que cuentan con computadoras de escritorio, el 7% Ipad/Tablet y el 4% computadora personal de tipo laptop.

Gráfica 6. Equipamiento habitual de tecnología en vivienda.



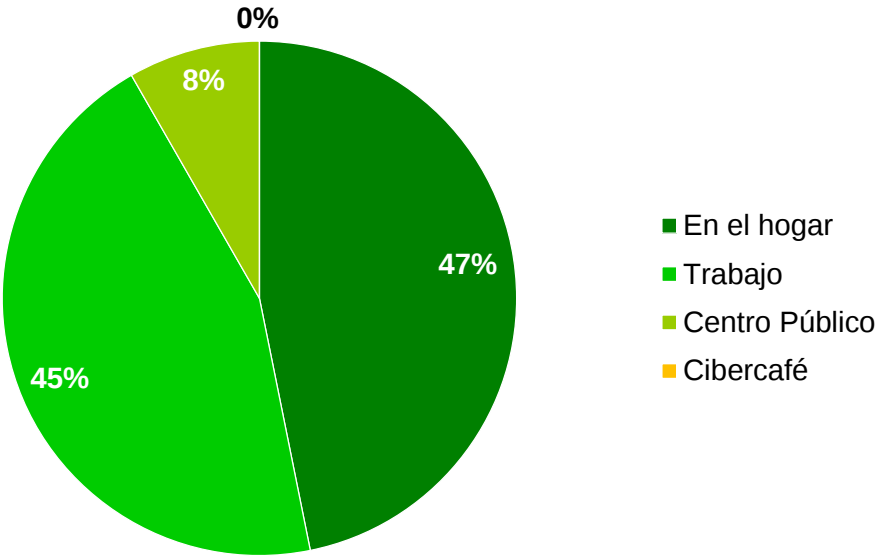
El 79% de los encuestadores indicaron que utilizan la computadora diariamente, el 17% una vez por semana, el 4% una vez por mes.

Gráfica 7. Frecuencia de uso de la computadora.



Los encuestados indicaron que el lugar donde se utiliza la computadora con más frecuencia es en el trabajo con 47%, y en el hogar con 45%, y el 8% dentro de centros públicos como pueden ser bibliotecas e institutos educativos. Como se puede observar, los servicios de cibercafé poco a poco han perdido fuerza en preferencia.

Gráfica 8. Lugar de uso de la computadora.



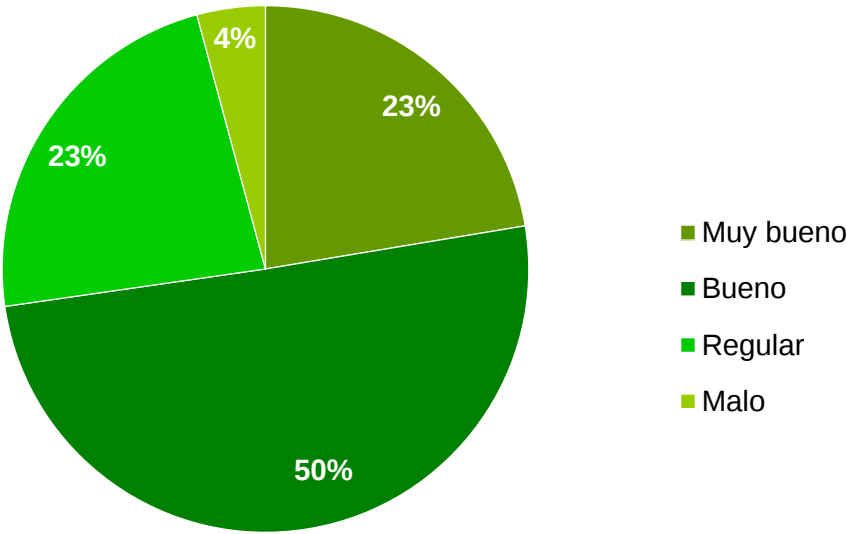
Respecto al nivel de manejo de la computadora el resultado fue el siguiente:

Tabla 3.3.3 Nivel de manejo de la computadora

Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo
32	72	33	6

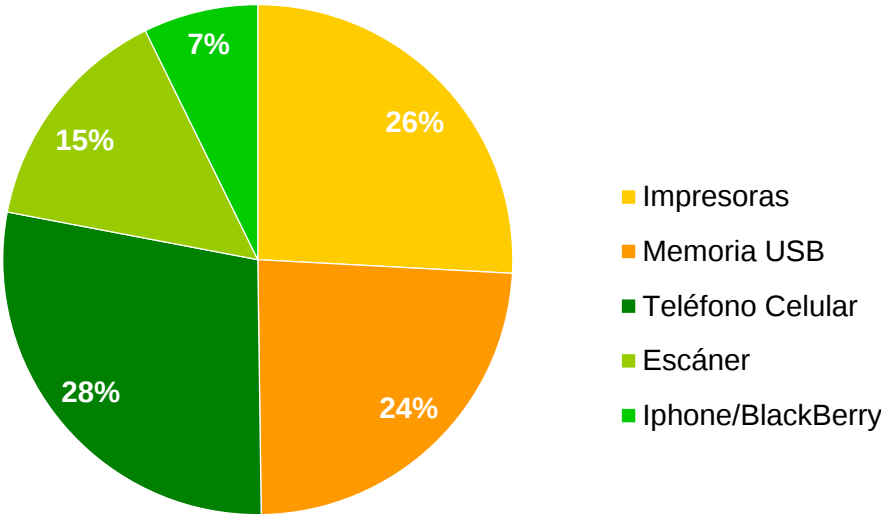
Lo que significa que el 50% de los encuestados se perciben con un buen nivel de manejo de la computadora, el 23% con muy bueno, el 23% regular y el resto indicaron que tienen un mal nivel de manejo.

Gráfica 9. Nivel de manejo de la computadora.



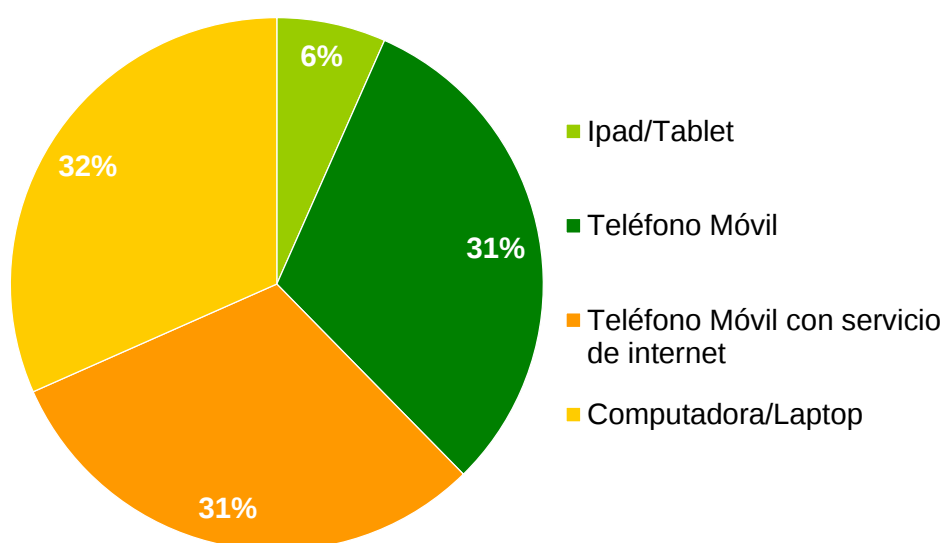
Con respecto a dispositivos tecnológicos que han utilizado al menos una vez, los encuestadores contestaron: 28% el teléfono celular, 26% impresoras, 24% memorias externas USB, escáner 15% y el Iphone/BlackBerry con un 7%.

Gráfica 10. Dispositivos tecnológicos utilizados al menos una vez.



Un dato muy interesante para esta investigación fue que el 31% de los encuestados utilizan el teléfono móvil para actividades dentro del sector agropecuario, el 31% utilizan teléfono móvil con servicio a internet, el 32% la computadora tanto de escritorio como laptop. Con el 6% Ipad y la tablet son tecnologías que poco a poco van incrementando preferencia.

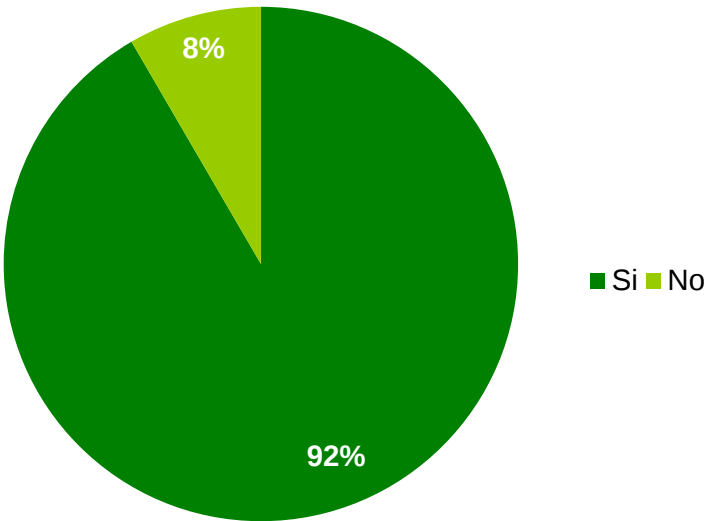
Gráfica 11. Uso de nuevas tecnologías en actividades dentro del sector agropecuario.



Acceso a internet

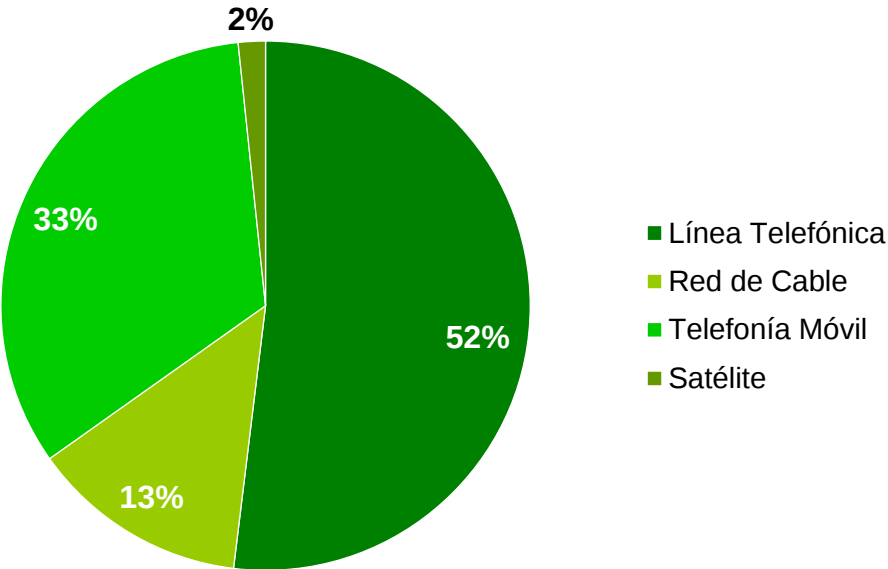
En lo que respecta a los accesos a internet en vivienda, el 92% dispone de este servicio y el 8% no tiene acceso, la razón principal es porque su localidad no existe posibilidad de conexión. Este dato nos indica que poco a poco las empresas que ofrecen este servicio están observando un área potencial de usuarios.

Gráfica 12. Acceso a internet en vivienda.



El 52% de los encuestados cuenta con servicio a internet por medio de línea telefónica convencional, el 33% por medio de servicio de telefonía móvil, el 13% por medio de red de cable, el resto es por conexión satelital.

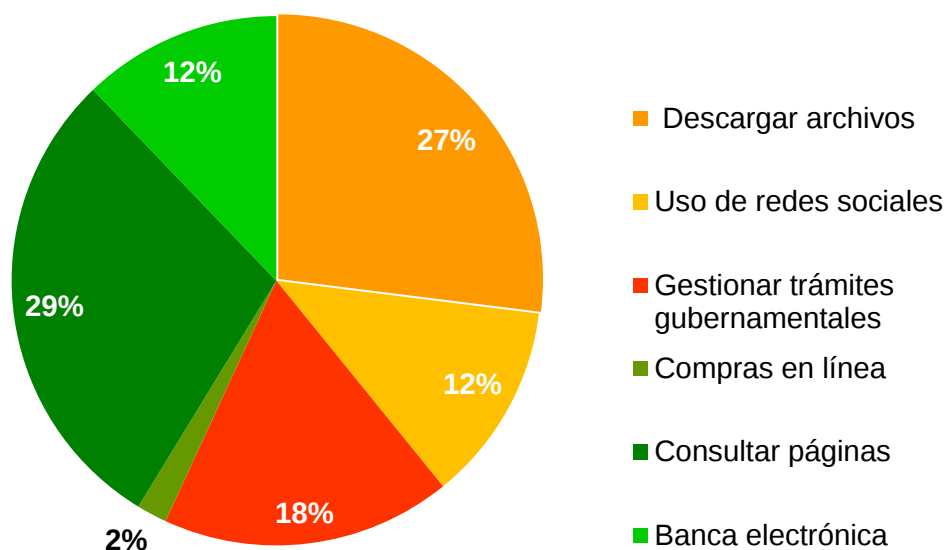
Gráfica 13. Tipo de conexión a internet.



Se puede observar que al no contar con servicio telefónico doméstico, el sector rural está contratando los servicios que las empresas de telefonía móvil están ofreciendo, ya sea por medio de conexión por banda ancha o por contrato de internet en su celular.

Con respecto al uso de internet, con el 29% el uso más común es para consultar páginas y el 27% para descargar archivos. El 18% indicaron que lo utilizan para realizar gestiones en organismos gubernamentales, el 12% para servicio de banca electrónica, y 2% para realizar compras en línea.

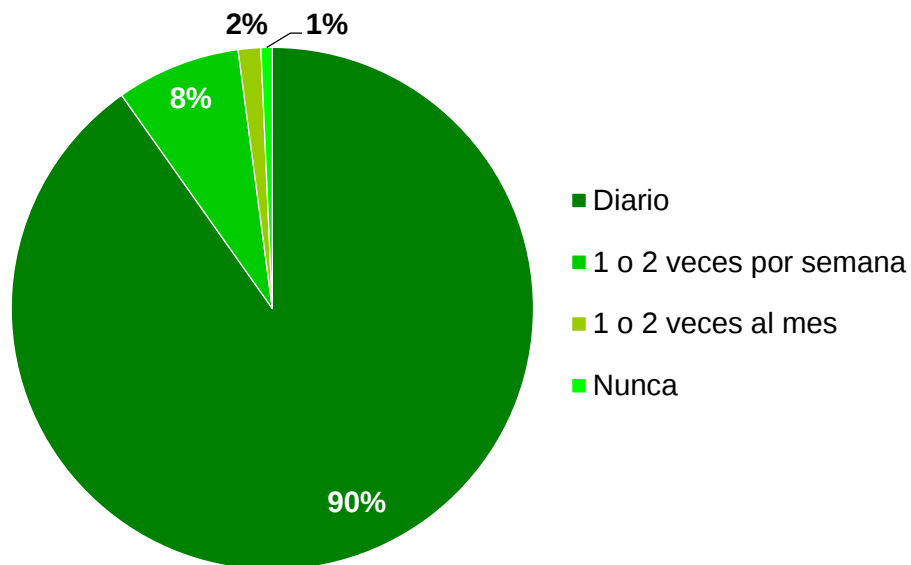
Gráfica 14. Uso de internet.



Percepción o relación con las tecnologías de información

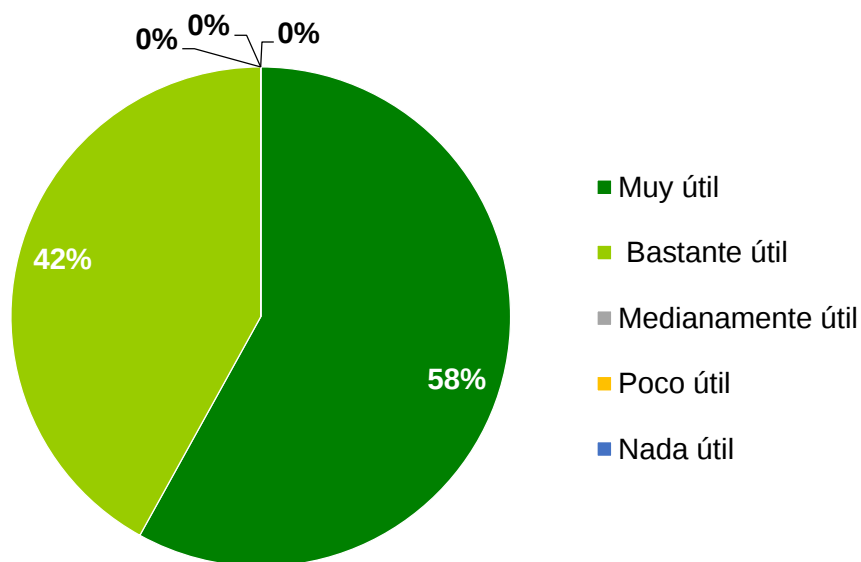
El 90% de los encuestados indicaron que utilizan diariamente el servicio de internet, solo el 8% manifestaron que hacen uso de internet una o dos veces por semana, y el 2% una o dos meses por mes, el resto nunca usa internet.

Gráfica 15 Frecuencia de uso de internet.



El 58% y el 42% de los encuestados indicaron que en su experiencia personal consideran muy y bastante útil el manejo tecnologías en la vida cotidiana respectivamente. Las razones las manifestaron mediante una pregunta abierta dentro del cuestionario siendo las respuestas más comunes que la tecnología puede lograr: facilitar la recepción y envío de información, ayudar a agilizar el trabajo, proporcionar eficiencia y productividad y variabilidad de las actividades económicas, para hacer más eficiente y preciso el trabajo y negocios, permitir conocer información de otras partes del mundo, permitir resolver problemas técnicos, acceder a información técnica innovadora con empresas y profesionistas, mejorar nuestros ingresos, permitir el acceso a datos, contribuir a la educación y facilita la vida, facilitar muchas cosas: comunicación, acceso rápido a la información, consultar de datos (archivos), ayudar modernizar a un país, mantener en constante innovación.

Gráfica 16 Percepción en cuanto al manejo de nuevas tecnologías en su localidad.



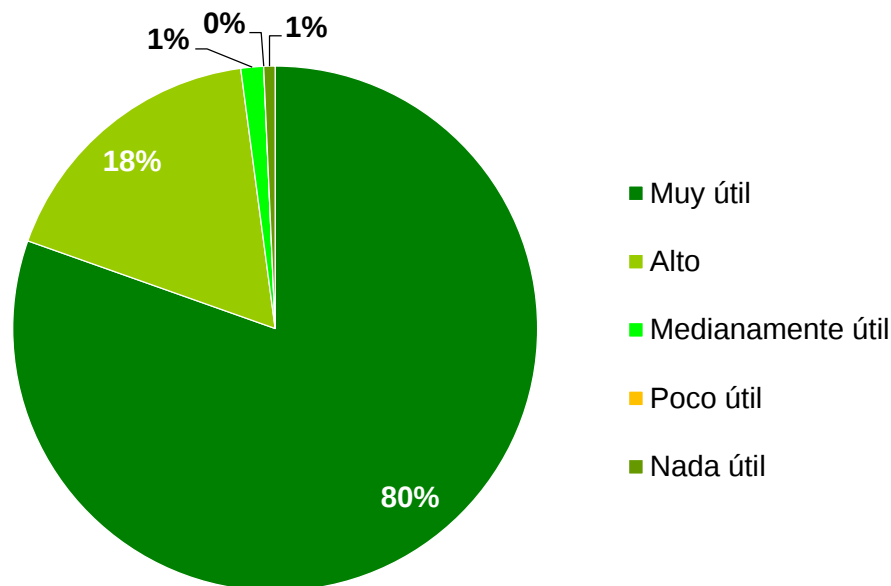
El 80% y el 18% de los encuestados manifestaron un alto índice de importancia el establecer herramienta de información climática en su región.

Mediante pregunta abierta el entrevistado manifestó su opinión acerca de los beneficios que encontrarían al consultar una aplicación en donde pueda consultar variables climáticas para la toma de decisiones en sus actividades agropecuarias, siendo las principales:

- Sería útil contar con elementos climáticos específicos para actividades agropecuarias.
- Para la toma de decisiones y hacer más rentable la actividad agropecuaria.
- Para determinar aplicaciones de agroquímicos y labores agrícolas.
- Programar actividades de manejo agrónomo de cualquier cultivo con el objeto de hacer más eficiente los recursos y aumentar la productividad.
- Útil para ejecutar calendarios de riego eficiente y contrarrestar heladas.
- Para programar las siembras, cosechas y prevenir alguna contingencia en los cultivos.

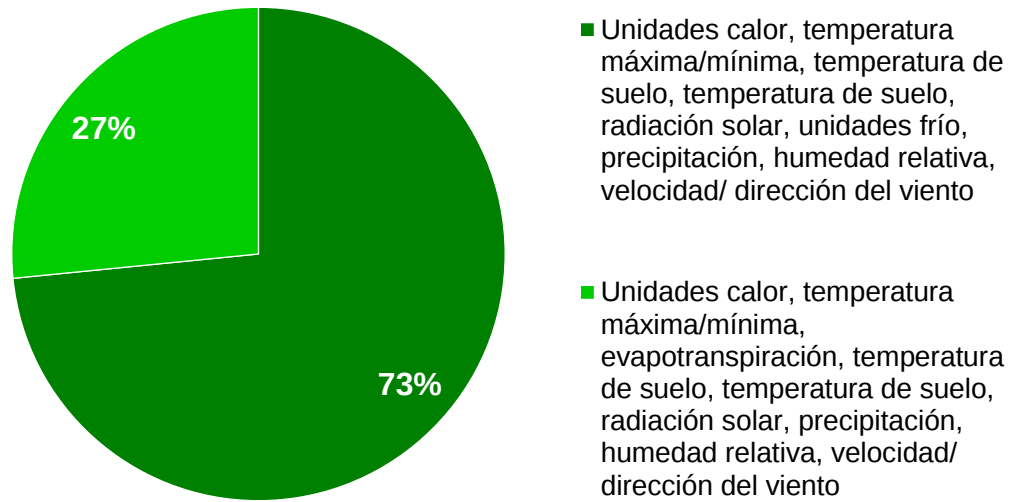
- Para apoyo en las tendencias climáticas de la región.
- Conocer el desarrollo de la planta dependiendo de las unidades frío o grados calor.
- Tanto la agricultura como la ganadería dependen del manejo de las condiciones ambientales.
- Es importante conocer las variables climáticas que predominan en determinada región para saber que decisiones tomar.

Gráfica 17. Importancia de contar con una herramienta de información climática en su región.



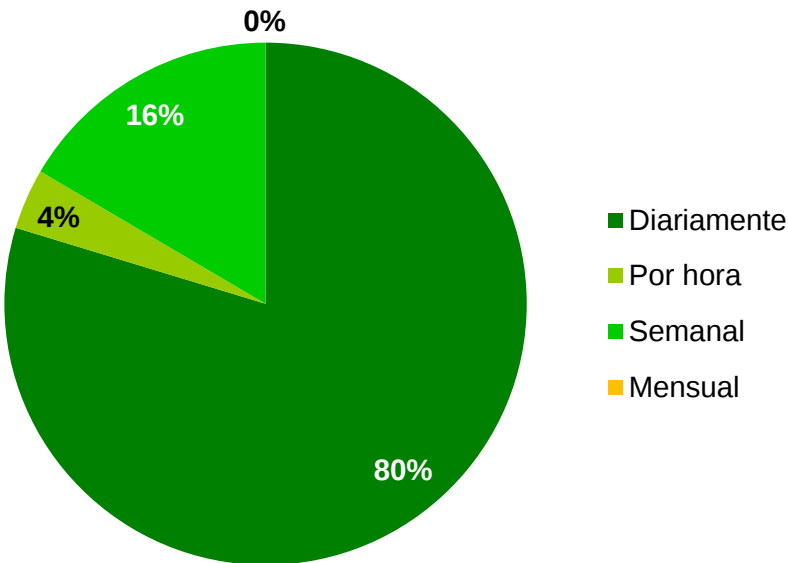
El 73% de los encuestados respondieron que las variables o datos climáticos útiles para su actividad agropecuaria son: unidades calor, temperatura máxima/mínima, temperatura de suelo, temperatura de suelo, radiación solar, unidades frío, precipitación, humedad relativa, velocidad/ dirección del viento. El resto indicaron: unidades calor, temperatura máxima/mínima, evapotranspiración, temperatura de suelo, temperatura de suelo, radiación solar, precipitación, humedad relativa, velocidad/ dirección del viento.

Gráfica 18. Variables climáticas.



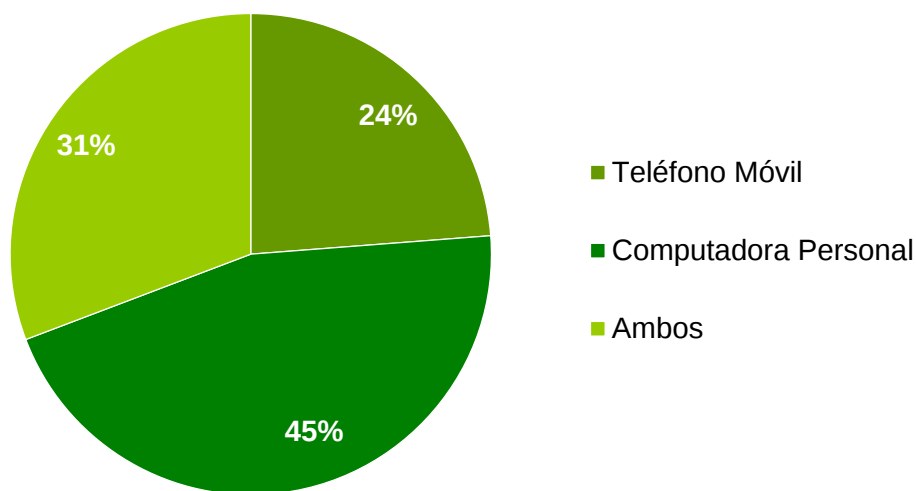
El 80% de las encuestas indicaron que la frecuencia de uso de los datos climáticos los realizaría diariamente, el 16% por semana, el 4% por hora.

Gráfica 19 Frecuencia en la que consultaría datos climáticos.



Una pregunta muy interesante es conocer cuál sería el dispositivo para consultar la información climática, arrojando los siguientes datos: El 45% de los encuestados contestaron que por medio de su computadora personal, el 24% manifiestan que pueden hacer uso de teléfono móvil, y el 31% ambos dispositivos.

Gráfica 20 Dispositivo para consultar información climática.



3.4 Procedimiento

Para lograr el objetivo de implementar herramienta aplicando la tecnología móvil que ofrezca información generada de la red de estaciones agroclimatológicas para apoyo en la toma de decisiones del sector agropecuario del Estado, fue necesario hacer uso de los resultados obtenidos del instrumento de medición; el cual, nos indicó que la mayoría de los productores agropecuarios hacen uso las tecnologías de la información mediante consultas por internet en sus hogares y por dispositivos móviles. Se identificaron las principales variables agroclimatológicas para apoyo en la toma de decisiones, y se identificó que el uso que le darían a esta aplicación sería diariamente.

En base a estos resultados se dio inicio con la fase de desarrollo del sistema. Recordar que un sistema de información implica la unión de esfuerzos, conocimientos, experiencias, y recursos; por lo que es necesario contar con un

adecuado plan de acción que garantice el éxito del proyecto. Por esta razón es conveniente apoyarse en una metodología que establezca las etapas con objetivos, actividades y técnicas necesarias en la creación de un sistema (Peña, A., 2006).

Los elementos involucrados dentro del diseño de la aplicación fueron los siguientes (Ver figura 3.4.1)

Figura 3.4.1 Elementos involucrados dentro del diseño de la aplicación



Capítulo 4

Desarrollo

4.1 Etapas de desarrollo

1.- Requerimientos del sistema:

Financieros: la operación de la red de estaciones agroclimatológicas implica una serie de acciones técnicas, tanto de campo como de captura y procesamiento en oficina. Requiere también, una coordinación técnica para evaluar la necesidad de calibración y mantenimiento de las estaciones.

La inversión fue calculada en base a un presupuesto anual de \$921,918.00 pesos m.n. Siendo los siguientes conceptos:

- Mantenimiento y operación de la red de estaciones agroclimatológicas \$471,918.00
- Transferencia de la tecnología a los productores \$450,000.00

A continuación se desglosan los dos conceptos que componen el presupuesto total de inversión: (Ver tabla 4.1)

Tabla 4.1 Inversión para el mantenimiento y operación de la red de estaciones agroclimatológicas.

Inversión para el mantenimiento y operación de la red de estaciones agroclimatológicas	
Póliza de soporte y mantenimiento 2013, para las 17 estaciones agro-climatológicas en el Estado.	\$330,318.00
Contrato de un técnico supervisor de campo.	\$141,600.00
Subtotal	\$471,918.00
Inversión para la transferencia de la tecnología a los productores	
Adquisición de 6 sensores y accesorios para la determinación de humedad del suelo.	\$22,000.00
2 Computadoras tipo laptop y accesorios	\$18,000.00
Contrato anual de 2 personas para análisis, diseño, programación y mantenimiento de la aplicación para consulta de	\$360,000.00

información agroclimatológica.	
Accesorios para reparación y mantenimiento del vehículo para traslados a campo.	\$10,000.00
Combustible	\$20,000.00
Diseño de manuales y boletines informativos para difusión	\$15,000.00
Avituallamiento para eventos de campo demostrativos (cafetería y papelería)	\$5,000.00
Subtotal	\$450,000.00
Total	\$921,918.00

Administrativos: la Dirección de Agricultura de la SEFOA es el área responsable del correcto funcionamiento de la red de estaciones agroclimatológicas; por lo tanto, son los dueños de la información que se colecta, razón por la que es necesario solicitar permisos y accesos a los datos.

Recursos: se definieron las partes involucradas en el desarrollo de la aplicación. Por una parte tenemos a la Dirección de Agricultura de la SEFOA, que juega el papel de responsable de los aspectos operativos y técnicos necesarios en lograr que la red de estaciones agroclimatológicas se encuentren funcionando correctamente, esto, mediante la aplicación de un calendario de visitas. Es también, quien gestionará las acciones correspondientes para proporcionar el recurso financiero para el mantenimiento de la red de estaciones.

Con respecto al desarrollo, diseño y mantenimiento de la aplicación, los involucrados son dos personas del departamento de informática estadística de la SEFOA, quienes además tienen el compromiso de ofrecer servicio de soporte técnico informático cuando sea requerido.

Materiales: el desarrollo de la aplicación se realizó dentro de las instalaciones de la SEFOA, y se brindaron las siguientes facilidades: (Ver tabla 4.2)

Tabla 4.2 Materiales utilizados para el desarrollo de la aplicación.

Mobiliario	• Dos estaciones de trabajo, escritorio, libreros, teléfono, y sillas
Equipo de cómputo	• Dos equipos de escritorio • Dos equipos laptop. • Acceso a un servidor de para datos de almacenamiento
Servicios	• Servicios de energía eléctrica, agua, internet fijo e inalámbrico, telefonía móvil.
Software	• LoggerNet para conectar con las estaciones agroclimatológicas. • WebDev versión 15, para el desarrollo de la aplicación.

2.- Diagnóstico

En esta etapa se revisaron los enlaces de comunicación de datos entre la unidad central (SEFOA), y la red de estaciones agroclimatológicas. Se determinó que el software LoggerNet cumple con la función de conexión, si dicho software fue opción viable técnica, operativa y económicamente debido a que su uso está autorizado y permitido ya que se cuenta con licencia vigente desde el momento en que se adquirieron las estaciones.

En lo que respecta a la decisión de utilizar WebDev versión 15 como instrumento de desarrollo de la aplicación, fue debido a que es un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación. Es un poderoso paquete de desarrollo que permite crear fácil y rápidamente sitios de internet o aplicaciones que depende de datos en tiempo real gracias a su integración total, facilidad de uso y tecnología de punta. Un punto importante en esta elección fue que se cuenta con licencia vigente, lo que significa que no generará un costo adicional al presupuesto, además que se cuenta con personal con amplia

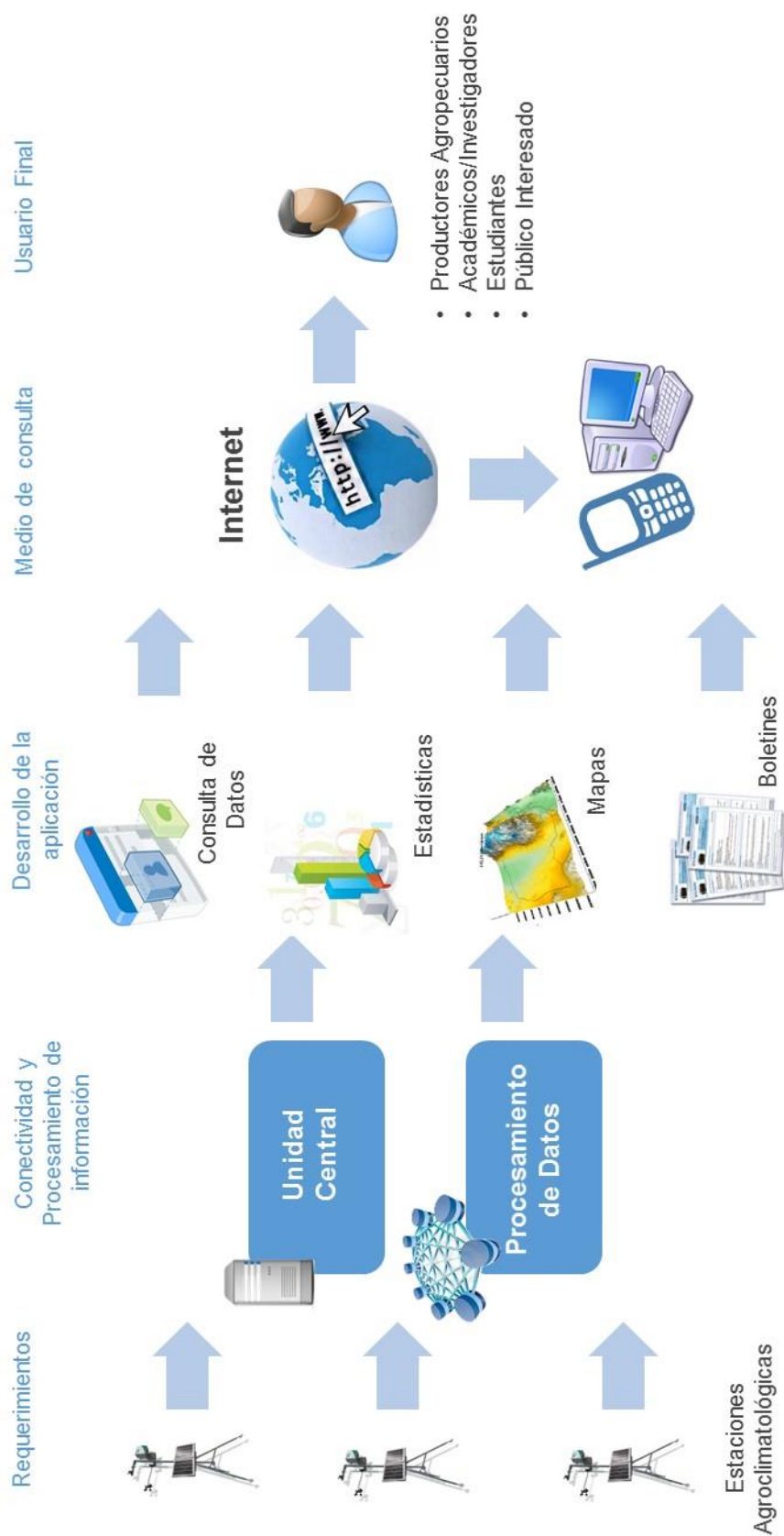
experiencia y conocimiento en esta herramienta ya se han desarrollado otros proyectos utilizando esta plataforma tecnológica de desarrollo dentro en la misma dependencia.

3.- Propuesta

Con base a las etapas antes mencionadas, se elaboró una propuesta formal dirigida hacia la Dirección de Agricultura de SEFOA donde se presentó el proceso de generación de variables climáticas para su consulta final en internet (Ver figura 4.1.1).

La propuesta consideraba integrar consulta de variables agroclimáticas de las 17 estaciones. Debido a que algunas estaciones comenzaron a funcionar desde 2005, fue posible disponer de estadísticas que permiten consultar tendencias y comportamientos climáticos a través de consulta en internet.

Figura 4.1.1 Proceso de generación de variables agroclimáticas para su consulta en internet



4.- Diseño del sistema.

Una vez aprobada la propuesta dio inicio la elaboración del diseño lógico, esquema de acceso y pantallas de captura, y la estructura de la base de datos. En esta misma etapa se realizó el código (programación) de la aplicación.

5.- Pruebas.

En esta etapa se realizaron pruebas técnicas para verificar la conexión entre unidad central y estaciones agroclimatológicas. Pruebas operativas para comprobar la recolección y almacenamiento de las variables climáticas, y por último, pruebas funcionales para evaluar la aplicación, es decir, en este punto se realizaron las pruebas de validación que determinaron si el sistema cumple con el funcionamiento esperado.

6.- Implementación.

La implementación de la aplicación se realizó de acceso interno por medio de acceso a intranet de la SEFOA.

7.- Mantenimiento.

Esta etapa permitió obtener retroalimentación, a través del cual se solicitaron corrección, mejoras a la aplicación, incluyendo el soporte técnico acordado.

Capítulo 5

Resultados

La aplicación del instrumento de medición dentro del sector agropecuario de Baja California proporcionó información fundamental para alcanzar los tres primeros objetivos específicos del proyecto de tesis.

Primer objetivo específico:

1. Identificar las variables climatológicas fundamentales para la toma de decisiones en el sector agropecuario en Baja California.

La red de estaciones agroclimatológicas en Baja California pueden alcanzar a monitorear gran cantidad de bastantes datos climáticos. Estos datos se transforman en variables que pueden convertirse hasta en 32 variables agroclimatológicas. La aplicación de la encuesta nos permitió identificar que con la consulta de 14 variables, el agroproductor puede obtener bases para la toma de decisiones (Ver tabla 5.1).

Las variables identificadas fueron las siguientes:

Tabla 5.1 Variables agroclimáticas

1. Evapotranspiración (ETO)	8. Punto de rocío
2. Precipitación	9. Temperatura del suelo
3. Radiación solar	10. Dirección del viento
4. Presión vapor	11. Velocidad del viento
5. Temperatura max/min	12. Unidades calor
6. Temperatura del aire	13. Horas frío
7. Humedad relativa	14. Horas heladas

Segundo objetivo específico:

2. Identificar los principales medios tecnológicos de consulta de las variables climatológicas que utilizan los agroproductores, académicos e investigadores de la región de Baja California.

La encuesta indico que el 32% de los encuestados utilizan la computadora personal y el 31% el teléfono móvil con servicio a internet como instrumento de consulta de información. En cuanto al nivel de manejo de estas herramientas el 50% de los encuestados manifestaron tener un buen nivel y el 23% muy buen nivel de manejo, el resto entre regular y malo, lo que indica que la resistencia en el manejo y uso de este tipo de tecnologías está disminuyendo.

Al cuestionar el medio de comunicación que utilizarían para la consulta de variables agroclimatológicas, el 45% utilizaría la computadora personal, el 24% desde su teléfono móvil y el 31% por medio de ambas tecnologías.

Tercer objetivo específico:

3. Desarrollar una herramienta que proporcione la información de las principales variables climatológicas de acuerdo a las necesidades de información de los agroproductores, académicos e investigadores de la región de Baja California.

Una vez que se determinaron las principales variables agroclimatológicas, los medios tecnológicos de consulta más utilizados entre el sector agropecuario, se identificó que la frecuencia de consulta de información agroclimática entre los encuestados, arrojando los siguientes datos: el 80% lo utilizarían diariamente, el 4% por hora y el 16% semanal.

En base los datos antes mencionados se desarrolló el sistema de acceso a consulta de variables agroclimáticas desde internet.

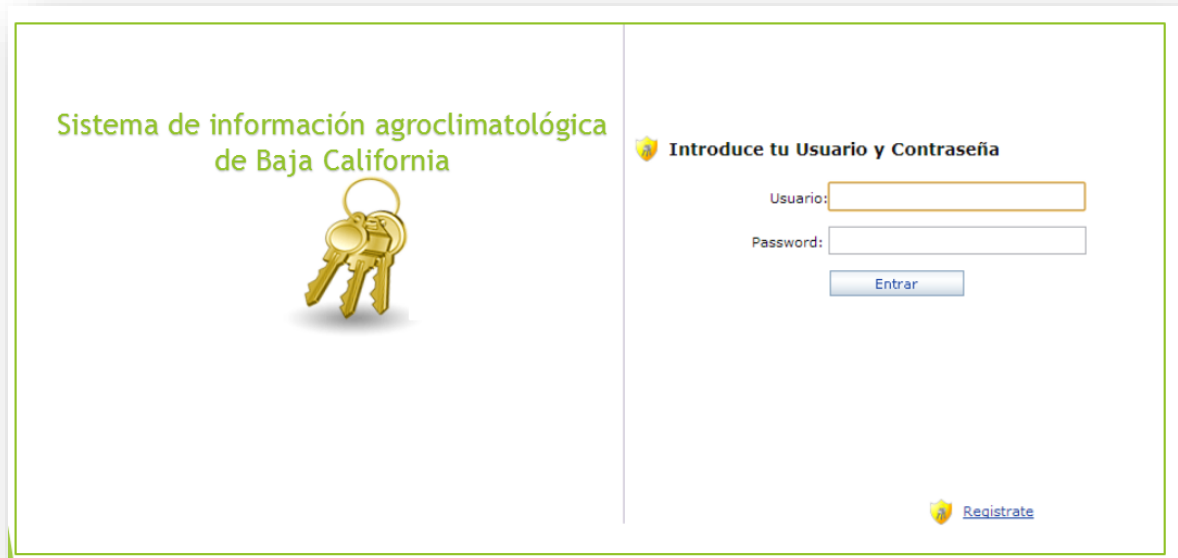
Las secciones del sistema son 3:

- Acceso
- Registro de usuarios
- Consulta de información
 - Día
 - Hora
 - Consultar UC/HF/HH/Precipitación
 - Calcular unidades calor (UC)

- Calcular horas frío (HF)
- Calcular horas heladas (HH)
- Consultar precipitaciones (mes)
- Consultar ETO (mes)
- Salir

Acceso

Figura 5.1 Acceso al sistema de información agroclimática de Baja California.



Sistema de información agroclimatológica de Baja California

Introduce tu Usuario y Contraseña

Usuario:

Password:

[Registrate](#)

El acceso a la información se realiza mediante acceso protegido por medio de usuario y contraseña.

Registro de usuarios

Los usuarios necesitan registrar los siguientes datos personales:

- Nombre
- Apellido Paterno
- Apellido Materno
- Sexo
- Profesión
- Municipio

- Correo Electrónico (mail)
- Datos de acceso
- Usuario
- Password
- Confirmar Password

Los datos que se obtienen son para uso exclusivo de la secretaría, y son utilizados para fines estadísticos sobre tendencia de acceso, además de mantener contacto con el usuario interesado.

Figura 5.2 Registro de usuarios al sistema de información agroclimática de Baja California.



Registro de Usuario

Datos Personales

*Nombre *A. Paterno A. Materno

*Sexo Profesion

*Municipio Mail

Datos Acceso

*Usuario *Password

*Confirma tu Password

NOTA: Todos los campos marcados con un (*) Son de captura obligatoria.

Consulta de información

Una vez que son validados los datos de registro, el usuario tiene acceso a la consulta de información.

Lo primero que selecciona el usuario es la manera en que desea que se le presente la información, por día o por hora. Una vez seleccionado se presenta la pantalla de consulta.

Dentro de la pantalla de consulta se puede realizar los filtros de búsqueda, seleccionando la estación mediante un catálogo de 17 estaciones:

1. Andrade
2. San Luis
3. Zacatecas
4. Nuevo León
5. Mexicali
6. Las Palmas
7. Porvenir
8. Guadalupe
9. Ojos Negros
10. Trinidad Este
11. Trinidad Oeste
12. Santo Tomas
13. Maneadero
14. Eredira
15. San Simón
16. San Isidro
17. Colonet

El sistema permite realizar la consulta de variables agroclimáticas por fechas, indicándole la fecha de inicio y la final. Existen estaciones con datos históricos desde 2005, lo que permite manejar datos de tendencia climática.

La información que arroje el sistema puede imprimirse. Además los datos pueden descargarse en los siguientes formatos:

Archivo en Excel, Word, XML y PDF

Figura 5.3 Acceso pantalla de consulta de información agroclimática de Baja California.



Figura 5.4 Acceso a pantalla de consulta cálculo de unidades calor.

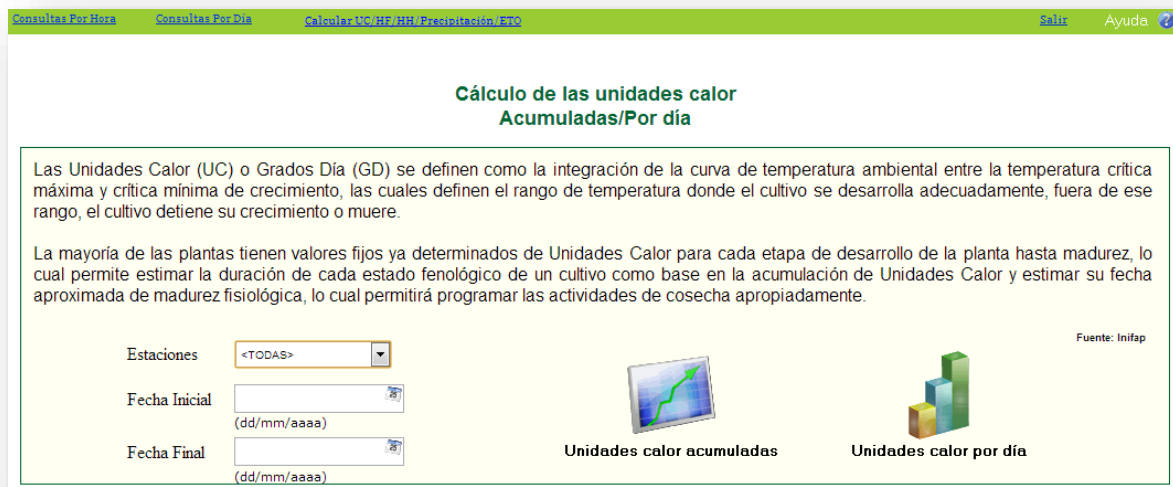


Figura 5.5 Acceso a pantalla de consulta cálculo horas frío.

The screenshot shows a web application interface for calculating cold hours. The top navigation bar includes links for 'Consultas Por Hora', 'Consultas Por Día', 'Calcular VC, HF, HH, Precipitación, ETO', 'Salir', and 'Ayuda'. The main title is 'Cálculo de las Horas Frío' with the subtitle 'Acumuladas/Por día'. The text explains that cold hours are the number of hours the plant spends during the winter period at temperatures below a threshold (4 to 12 °C), with a common threshold of 7 °C. It specifies that for the valley of **Mexicali**, the threshold is 10 °C for wheat, and for the **zona costa**, it is 7 °C for deciduous fruit trees. The application allows users to select a station from a dropdown menu (currently set to '<TODAS>'), and input start and end dates in 'dd/mm/aaaa' format. Two icons are present: a line graph labeled 'Horas Frío acumuladas' and a bar chart labeled 'Horas Frío por día'.

Figura 5.6 Acceso a pantalla de consulta cálculo horas heladas.

The screenshot shows a web application interface for calculating frost hours. The top navigation bar is identical to the previous figure. The main title is 'Cálculo de las Horas Heladas' with the subtitle 'Acumuladas/Por día'. The text defines frost as occurring when the air temperature drops to 0 °C or below, with intensity depending on the duration of the cold spell and the phenological state of the plant. It notes that different levels of frost sensitivity exist for different plant species. The source is cited as 'Fuente: Servicio Meteorológico Nacional'. Below the text, there is a prompt to 'Seleccione la estación deseada, enseguida dar click en Horas Heladas para manipular los datos por periodo.' and a dropdown menu for 'Estaciones' set to '<TODAS>'. An icon of a calendar grid is labeled 'Horas Heladas'.

Para la consulta de precipitaciones es necesario seleccionar el año. Las unidades son acumuladas y se miden en milímetros (mm). Cada estación presenta los niveles de precipitación por mes.

Para la consulta de variable de evapotranspiración (ETO), se utiliza la misma pantalla de consulta.

Figura 5.7 Acceso a pantalla de consulta de precipitaciones y ETO.

Consultas Por Hora

Consultas Por Día

Consultas UC, HF, RH, Precipitación, ETO

Salir

Ayuda

Precipitación acumulada por mes (mm)													
* Estación	* Ene	* Feb	* Mar	* Abr	* Mayo	* Jun	* Jul	* Agosto	* Sept	* Oct	* Nov	* Dic	* Acumulado
ANDRADE													
SAN LUIS													
ZACATECAS													
NUEVO LEON													
MEXICALI													
LAS PALMAS													
PORVENIR													
GUADALUPE													
OJOS NEGROS													
TRINIDAD ESTE													
TRINIDAD OESTE													
SANTO TOMAS													
MANEADERO													
ERENDIRA													
SAN SIMON													
SAN ISIDRO													
COLONET													

Imprimir reporte

NOTA: Los registros vacíos se deben a que la estación aún no se encontraba operando.

Períodos por año Ene-Dic

2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

La información que presenta la aplicación puede variar entre estaciones, recordar que la red de estaciones agroclimáticas está ubicada estratégicamente en todo el Estado, las condiciones climáticas pueden sufrir variaciones climáticas muy marcadas en distancias tanto pequeñas como grandes. Recordar también, que la base de datos de las variables climáticas tiene registro de datos el año 2005, año en que fueron instaladas las primeras estaciones agroclimatológicas.

Capítulo 6

Conclusiones

Un dato importante que se logró obtener, como resultado de la aplicación de encuestas dentro de la investigación, fue descubrir que el acceso a computadores es una realidad generalizada entre los productores del sector agropecuario. Los productores agrícolas y ganaderos, en general, son usuarios frecuentes y cotidianos del computador y de Internet. El tiempo que ellos invierten en el estas herramientas tecnológicas no es sensiblemente menor al de otros sectores de la sociedad.

El sector agropecuario, en general, tiene una percepción ampliamente positiva de los beneficios que conducen las nuevas tecnologías de información. Perciben que la introducción de computadores es un factor de mejoramiento de la gestión principalmente en términos de orden y control, y que el uso de Internet favorece con el mayor y más rápido acceso a la información.

En términos generales es posible afirmar que las nuevas tecnologías de información están llamadas a jugar un rol estratégico en los procesos de modernización del sector agropecuario, en la medida que su incorporación, agrega capacidades de control y permite el acceso a información clave para la toma de decisiones.

El uso de nuevas tecnologías como la telefonía móvil se ha convertido en una de las herramientas con mayor penetración. Ha logrado superar en corto tiempo, y de manera contundente a la telefonía fija. Específicamente, la telefonía celular ha alcanzado llegar a zonas rurales de Baja California y brindar conectividad, arrojando como resultado que el uso de teléfono móvil logre aceptación especialmente cuando los teléfonos móviles, en sus últimas versiones, ofrecen cada vez más aplicaciones que algunos otros dispositivos tecnológicos avanzados.

Es por esta razón que utilizar la tecnología móvil, dada su portabilidad y bajo costo, logra ser una estrategia viable de implementación para la consulta de información agroclimática.

Los beneficios que ofrecer una aplicación de consulta de las variables climáticas provenientes de la red de estaciones agroclimatológicas de Baja California son principalmente apoyar al productor agropecuario ofreciendo información climatológica para mejorar de manera importante la aplicación del riego a los cultivos agrícolas, reducir pérdidas y daños a la producción por efectos adversos provocados por fenómenos meteorológicos, detectar la incidencia de plagas y enfermedades, tanto a los cultivos como a los animales, aportando también información para prevenir incendios forestales y prevenir riesgos climáticos.

Además de estos beneficios, contribuye a la sustentabilidad de los recursos naturales mediante prácticas para el uso efectivo del agua de riego, es decir, aplicar técnicas para aprovechar el recurso del agua y con ello asegurar mayor eficiencia de uso.

En Baja California no existe una aplicación de información climática específicamente para el sector agropecuario, razón por la que es necesario que los productores agropecuarios adopten esta herramienta para la toma de decisiones, basada en información precisa y oportuna que sustente su desarrollo económico.

Esta aplicación tecnológica no provee solamente información sobre soluciones hacia una agricultura climáticamente inteligente, ya que también reduce la necesidad de viajar y trasladarse para la obtención de información; de este modo, las tecnologías móviles contribuyen a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Con respecto a usuarios que realizan investigaciones climáticas para el área agropecuaria, la herramienta puede ser utilizada para el desarrollo de metodologías y modelos matemáticos para definir nuevos factores que intervienen en el riesgo climático.

Un valor agregado que ofrece la aplicación es que puede lograr que a mediano o largo plazo, los datos generados por las estaciones agroclimatológicas puedan ser aplicados a otras áreas, sean en parques, parques deportivos, campos de golf y proyectos que sustenten cálculos de agua proyectada, como es el caso de California, en Estados Unidos, en donde ya están observando un considerable ahorro de agua.

Se puede concluir que para lograr el éxito de esta aplicación, es necesario fomentar la participación de los productores agropecuarios. Mediante la realización de cursos y talleres sobre el uso y manejo de la aplicación de consulta agroclimática entre el sector agropecuario, se cumple el cuarto objetivo específico de la investigación:

1. Diseñar una estrategia para difundir el uso de la herramienta en las principales zonas productoras del Estado.

Este tipo de talleres ya han sido impartidos con gran influencia y éxito dentro de la Secretaría de Fomento Agropecuario. La organización de los eventos es coordinada por la Dirección de Agricultura, y van dirigidos principalmente a productores, investigadores y estudiantes del sector agropecuario del Estado de Baja California.

La capacitación que se ha brindado en estos talleres, ha sido de gran utilidad para detectar oportunidades de mejora para la aplicación.

Al momento se ha logrado identificar que los usuarios requieren que la información se consulte de manera sectorial, es decir, ofrecer información agroclimática para productores de trigo, algodón, alfalfa, etc., ya que sus necesidades climáticas son diferentes a productores vitivinícolas o de hortalizas, etc., sin mencionar los datos climáticos específicos para el sector pecuario.

La finalidad de estos talleres es que, al mismo tiempo que se capacita sobre el uso la aplicación y de la información, nos permite establecer contacto directo con el usuario final, mientras esto suceda la aplicación estará en constante actualización y mejora con necesidades bien fundamentadas.

Al finalizar los eventos de capacitación se realiza una pequeña encuesta de satisfacción para conocer su opinión acerca de los posibles usos de la aplicación.

Los capacitados agradecen que se les permita contar con este tipo de herramienta agroclimática manera gratuita.

Expresan que la información que se proporciona es útil para realizar calendarios de riego, lo que representara un ahorro de agua de riego. Tomar decisiones de cuando regar, cosechar y sembrar. Conocer el desarrollo de las plantas dependiendo de las unidades calor y horas frio y sobre todo, para determinar la aplicación de agroquímicos y labores agrícolas.

Se tiene programado realizar un calendario de talleres de difusión en todo el Estado para el 2014, con el objetivo de emprender actividades encaminadas a difundir los beneficios de consultar información agroclimática contribuyendo a la reducción y protección de riegos climáticos, así como, el uso sostenible de los recursos naturales en la producción agropecuaria.

Referencias

- Actualización del Plan Estatal de Desarrollo 2008-2013, (2013), Gobierno del Estado de Baja California. Recuperado de http://www.copladebc.gob.mx/documentos/PED_2008-2013.pdf
- California Irrigation Management information system. (2013). Recuperado de: <http://www.cimis.water.ca.gov>
- Christian Bettstetter, Hans-Jörg Vögel, Jörg Eberspächer (1999) Architecture, Protocols and Air Interface, publicado por IEEE Communications Surveys recuperado de: <http://www.comsoc.org/pubs/surveys>
- Estaciones agroclimáticas, junta de Andalucía (2013). Recuperado de: <http://www.juntadeandalucia.es>
- Félix Valencia Pedro, Ortiz Enríquez José Eliseo, Fuentes Dávila Guillermo, Quintana Quiroz José Guadalupe, Grageda Grageda José, (2009). Horas frío en relación al rendimiento de trigo: Áreas de producción del Estado de Sonora. Folleto informativo no.63.
- Fundación produce Sinaloa (2013). Recuperado de: <http://www.fps.org.mx/>
- Girardin I., (1998), Introducción a los aspectos económicos involucrados en el cambio climático, Buenos Aires, Suplemento de derecho ambiental, año V, n. 5. 2 pp.
- Genaro M. Reyes Matamoros, Rogelio Vázquez Ramírez, Abdón J. Trémols González (2002), Introducción a la Agroquímica, Segunda Edición. Dirección General de Fomento Editorial de la Universidad Autónoma de Puebla, México,
- Grageda, G. J., Medina G. Guillermo, Osorio A.G., Sabori P. R. y Ramírez A. J. L. (2002). Uso de Estaciones meteorológicas automatizadas en la agricultura. INIFAP-Campo experimental costa de Hermosillo. PIEAS, AC. México.

Google Think Insights, Estudios sobre móviles más recientes, (2013). Recuperado de: <http://www.google.co.uk/think/#!/insights/emea/search/?q=mobile>

Guzmán R. Sergio, Jiménez T. Arturo, Ruiz C.I Salvador, (2009). Sistema de información para el manejo de agua de riego centro de investigación regional norte centro, campo experimental Valle de Mexicali, Folleto informativo No. 1

Hoyos G. Rosaura, (2006), Meteorología Agrícola, curso de técnicos medios en meteorología, recuperado de: www.sld.cu/galerias/archivos/curso/agricola3/capitulo1.ppt

Instituto de Nacional de Estadística, Geografía, INEGI, Censo de Población y Vivienda, (2010). Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, (2013). Cálculo de unidades calor. Recuperado de: <http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/aplicaciones/ucalor.aspx>

Knut H., Alfsen, Jan Fulgrestvedt, Hans Martin Seip and Tora Skodvin.2000. Climate Change: Scientific Background and Process. CICERO (Center for International Climate and Environmental Research Oslo). Report 2000:1

López Aguilar Cruz, (1976), Mapeo agroclimático y predicción de rendimientos, Universidad de Chapingo, Estado de México.

Lorente Saiz Alberto (2010), Ganadería y cambio climático: una influencia recíproca, Grupo Interdisciplinario de Estudios Críticos y de América Latina, recuperado de: <http://web.ua.es/es/revista-geographos-giecryal/documentos/articulos/no-3-2010-art-lorente-saiz.pdf>

Martínez Julia (2004), Cambio Climático: una visión desde México, Instituto Nacional de Ecología. Secretaría del Medio Ambiente y Recurso Naturales, México D.F., recuperado de <http://www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/437.pdf>

Medina G. Guillermo, Grageda G. José, Ruiz C. José Ariel, Báez G. Alma Delia, (2009), Uso de las estaciones meteorológicas en la agricultura, centro de investigación regional norte centro, campo experimental Zacatecas, Folleto informativo No. 50.

Mujika A. Imanol (2005), El estrés calórico efecto en las vacas lecheras, La nueva reforma de la PAC, 150(1), p-34, recuperado de: <http://www.navarraagraria.com/n150/arestres.pdf>

Nagel A. José, Martínez V. Camilo, 2006. Agricultores y nuevas tecnologías de la información, Santiago de Chile 45-48

Palmer Neil (2012). E-Agriculture, Las TIC y la agricultura en el contexto del crecimiento verde. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/018/ar131s/ar131s.pdf>

Peña Alejandro (2006), Ingeniería de Software: Una Guía para Crear Sistemas de Información, Instituto politécnico nacional, recuperado de: <http://www.wolnm.org>

Sánchez, Nicole, (2013) Clima y Fenómenos Climáticos. Recuperado de: http://prezi.com/knmow341c6t3/clima-y-fenomenos-climaticos/?utm_source=website&utm_medium=prezi_landing_related_solr&utm_campaign=prezi_landing_related_author

Sistema Estatal de Clima Automatizado de Sinaloa (2013). Recuperado de: <http://www.fps.org.mx>

Valenzuela Solano Cesar, Guzmán Ruiz Sergio de Carlo, Felix Valencia Pedro, Jiménez Trejo Arturo, Ruiz Carvajal Salvador, (2008). Necesidades hídricas de los principales cultivos en el Estado de Baja California. Folleto técnico 13.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
Maestría en Tecnologías de la Información y Comunicación

USO DE LAS TIC'S EN EL SECTOR RURAL

Folio:	
Fecha:	

Cuestionario sobre uso de las TIC's en el sector agropecuario de Baja California.

El presente cuestionario tiene como objetivo conocer el acceso, uso y manejo que les dan a las TIC's de los productores agropecuarios en su actividad laboral. Con el propósito de ofrecerles una aplicación (programa) que les facilite la toma de decisiones para trabajo diario.

Las TIC son aquellas tecnologías que permiten transmitir, procesar y difundir información de manera instantánea. Como por ejemplo teléfonos, celulares, fax, computadoras, impresoras, internet, entre otras.

Nota: La información que nos proporciona es confidencial y para uso académico exclusivamente.

I. DATOS DE CONTROL DEL CUESTIONARIO:

1.- Zona Productora

Nombre del Ejido	
Municipio	
Nombre:	

2. Datos de Control

Sexo	F	M
------	---	---

3. Nivel de estudios (al menos iniciados)

Primaria	
Secundaria	
Preparatoria	
Universitario	
Postgrado	
Ninguno	

4. Edad

25-35 años	
36-41 años	
42-46 años	
46 o más	

5. Ocupación:

Productor Agropecuario		Académico Investigador		Estudiante	
------------------------	--	------------------------	--	------------	--

II. EQUIPAMIENTO HABITUAL RESPECTO A LAS TIC'S:

6. En su vivienda habitual dispone de: (al menos seleccione 3)

Televisión analógica		Televisión Digital	
Antena parabólica de TV		Televisión por cable	
Computadora de escritorio		Computadora personal (laptop)	
Ipad/Tablet			

7. ¿Con que frecuencia utiliza la computadora? Si la respuesta es Nunca, pasar a pregunta (7-A)

1 o 2 veces por semana	
1 vez al mes	
Diario	
Nunca	

7.A ¿Cuál es la razón principal?

No lo considera necesario / no le interesa	
Le gustaría pero no tiene tiempo	
No se usarla adecuadamente	
Comprar una computadora es caro	
Otros motivos	

8. ¿En qué lugar utiliza con más frecuencia la computadora?

En el hogar	
Trabajo	
Centro público (Institutos, bibliotecas)	
Cibercafé	
Otro (especifique):	

9. ¿Qué nivel de manejo de la computadora considera que posee?

Muy Bueno	
Bueno	
Regular	
Malo	

10. De los siguientes dispositivos tecnológicos, ¿cuáles ha utilizado al menos una vez?:

Impresoras		Escáner	
Memoria externa USB		Iphone/BlackBerry (Smart Phone)	
Teléfono Celular		Otro	

11. ¿Puede especificar qué nuevas tecnologías usa usted en su trabajo?

Ipad/Tablet	
Teléfono móvil	
Teléfono móvil con servicio de internet	
Computadora/Laptop	

ACCESO A INTERNET

12. ¿Tiene usted acceso a Internet en su vivienda?

SI	NO	Si la respuesta es NO pasar a la pregunta (12-A)
----	----	--

12-A. ¿Cuál es el principal motivo de que no tenga acceso a Internet?

No lo considera necesario/ no le interesa	
Tengo poca formación para usarlo	
Costo elevado	
No existe posibilidad de conexión en mi localidad	
Conexión muy lenta en mi localidad	
Otro	

13. ¿Qué tipo conexión a Internet posee usted?

Línea telefónica convencional	
Red de cable	
Telefonía móvil	
Satélite	
Otros	

14. Usa Internet habitualmente para: (seleccione por lo menos 3)

Enviar y recibir correo electrónico	
Descargar archivos (música, videos, programas)	
Relacionarse con otras personas (Redes Sociales)	
Realizar gestiones en organismos gubernamentales	
Realizar algún tipo de compra online (e-bay, amazon)	
Consultar páginas web	
Banca electrónica	
Otros	

15. Con que frecuencia utiliza internet

Diario	
1 o 2 veces a la semana	
1 o 2 veces al mes	
Nunca	

III. PERCEPCIÓN O RELACION CON LAS TECNOLOGIAS DE INFORMACIÓN

16. En su experiencia personal, ¿cómo considera el manejo de las nuevas tecnologías?

Muy útil	
Bastante útil	
Medianamente útil	
Poco útil	
Nada útil	

¿Por qué?

17. ¿Considera útil contar con una herramienta en tiempo real que le ofrezca información climática en su región?

Muy útil	
Alto	
Medianamente útil	
Poco útil	
Nada útil	

18. ¿Qué variables climáticas le serían útiles para su actividad agropecuaria?

Unidades Calor		Unidades Frío	
Temperatura Máxima/Mínima		Precipitación	
Evapotranspiración		Humedad Relativa	
Temperatura del suelo		Velocidad/Dirección del viento	
Radiación Solar		Otra, especifique	

19. ¿Con qué frecuencia consultaría estos datos climáticos?

Diariamente	
Por Hora	
Semanal	
Mensual	

20. ¿Dónde se le facilitaría consultar información agroclimática?

Teléfono Móvil		Computadora Personal		Ambos	
----------------	--	----------------------	--	-------	--

Expresa su opinión sobre los beneficios de contar herramientas climáticas para el sector agropecuario

Le agradecemos su contribución para esta investigación. Gracias!