

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS –IIA-**

**SISTEMAS DE INFORMÁTICA Y AUTOMATIZACIÓN APLICADOS A LA  
AGRICULTURA: BONDADES Y LIMITANTES**

**RONY DAVID SALAZAR BARRIOS**

**GUATEMALA, ABRIL DE 2010**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS –IIA–**

**SISTEMAS DE INFORMÁTICA Y AUTOMATIZACIÓN APLICADOS A LA  
AGRICULTURA: BONDADES Y LIMITANTES**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**RONY DAVID SALAZAR BARRIOS**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO AGRONOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRICOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO**

**GUATEMALA, ABRIL DE 2010**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**RECTOR**

**LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>DECANO</b>	<b>Ing. Agr. MSc.</b>	<b>FRANCISCO JAVIER VÁSQUEZ VÁSQUEZ</b>
<b>VOCAL I</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>WALDEMAR NUFIO REYES</b>
<b>VOCAL II</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>WALTER ARNOLDO REYES SANABRIA</b>
<b>VOCAL III</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>OSCAR RENÉ LEIVA RUANO</b>
<b>VOCAL IV</b>	<b>P. Forestal</b>	<b>AXEL ESAU CUMA</b>
<b>VOCAL V</b>	<b>P. Contador</b>	<b>CARLOS ALBERTO MONTERROSO GONZÁLES</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Agr. MSc.</b>	<b>EDWIN ENRIQUE CANO MORALES</b>

Guatemala, abril de 2010

Guatemala, abril de 2010

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

**SISTEMAS DE INFORMÁTICA Y AUTOMATIZACIÓN APLICADOS A LA AGRICULTURA:  
BONDADES Y LIMITANTES**

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos para su aprobación me suscribo de ustedes,

Atentamente:

***“ID Y ENSEÑAD A TODOS”***

**RONY DAVID SALAZAR BARRIOS**

## ACTO QUE DEDIDO

**A:**

**DIOS:** Creador eterno, fuente de amor y sabiduría, que me dio la vida, la luz, las fuerzas y toda bendición que me rodea.

**MIS PADRES:** Edgar Salazar Serrano (QEPD) y Susana Alejandra Barrios de Salazar, como una pequeña muestra de mi gratitud, por todo el amor, abnegación y el sacrificio que hicieron en sus vidas, para darme lo mejor que pudieron.

**MI ESPOSA:** Orfa, por su amor, su comprensión y su apoyo en todo momento y circunstancia que nos ha tocado vivir.

**MIS HIJOS:** Pablo David, Ivette Alejandra, Andrea Maribel e Ivonne Elizabeth, con cariño especial, animándoles a alcanzar sus metas.

**MIS HERMANOS:** Walter (QEPD), Edgar, Hugo, Elmer, Vilma, Nivea y Sylvia, Gracias por todo el apoyo que he recibido de ustedes.

**MI FAMILIA:** Sobrinos y cuñados, con aprecio especial.

**TESIS QUE DEDICO**

**A:**

**GUATEMALA**

**LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

**LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA**

**LA AGRICULTURA DE GUATEMALA**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que de una u otra manera colaboraron en el desarrollo de la presente investigación y que constantemente me apoyaron y animaron a culminar el trabajo; especialmente a:

### **MI ASESOR:**

**Dr. Hugo Cardona Castillo.**

### **MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO:**

De la Escuela Nacional Central de Agricultura.

### **LOS ESTUDIANTES:**

De la Escuela Nacional Central de Agricultura

### **LOS AGRICULTORES Y TÉCNICOS:**

Que colaboraron con información necesaria para la investigación.

***A todos: Muchas gracias.***

## INDICE GENERAL

	Pag.
INDICE DE CUADROS .....	iii
INDICE DE FIGURAS .....	iii
RESUMEN .....	iv
I INTRODUCCIÓN .....	01
II. ANTECEDENTES .....	03
III. OBJETIVOS .....	04
IV. METODOLOGÍA .....	05
4.1 Recopilación de información de relevancia .....	05
4.2 Cálculo del tamaño de la muestra .....	06
4.3 Organización y análisis de la información .....	08
4.4 Generación del documento .....	08
V. MARCO CONCEPTUAL .....	09
5.1 La revolución tecnológica .....	09
5.2 Las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones	11
5.3 Nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones y su relación con la productividad y competitividad .....	13
5.4 La informática y computación aplicada .....	14
5.5 La agricultura moderna .....	16
5.6 Agricultura de precisión .....	17
5.7 Internet en la agricultura .....	19
5.8 Índices de penetración de Internet .....	22
5.9 Algunos procesos de informática en la agricultura .....	23
5.10 Grado de precisión para aprovechar y beneficiarse de la Informática y las TIC por parte de las empresas agrícolas .....	24
5.11 Software para la agricultura .....	26
5.12 La e-agricultura y el comercio electrónico para empresas agrícolas .....	32
5.13 Beneficios y barreras del comercio electrónico .....	35
5.14 Algunas interrogantes y consideraciones finales sobre Comercio electrónico en agricultura .....	37
5.15 La trazabilidad agrícola .....	38
5.16 Ventajas de la trazabilidad .....	40
VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	42
6.1 Condiciones en Guatemala .....	42
6.2 Bondades y limitantes .....	49
6.3 Propuesta de modelo de integración de sistemas de informática a empresas agrícolas .....	52
6.4 Bases y supuestos del modelo .....	54

6.5	Modelo propuesto .....	56
6.6	Esquema del modelo .....	59
VII	CONCLUSIONES .....	61
VIII	RECOMENDACIONES .....	63
IX	BIBLIOGRAFÍA .....	65
X	ANEXOS .....	69
	Anexo 1: Guía de entrevista a profesionales agrícolas.....	69
	Anexo 2: Encuesta sobre sistemas de informática aplicados a la agricultura .....	70

## INDICE DE CUADROS

		Pag.
Cuadro 1.	Usuarios de Sistemas de Internet para la región de México y Centroamérica para el año 2009 .....	22
Cuadro 2.	Distribución de las empresas agrícolas encuestadas, en base a la actividad específica que desarrollan .....	43
Cuadro 3.	Importancia asignada por usuarios de sistemas de informática en agricultura a las bondades reflejadas en su uso .....	49
Cuadro 4.	Importancia asignada por usuarios de sistemas de informática en agricultura a las limitantes que dificultan su adopción y uso..	51

## INDICE DE FIGURAS

		Pag.
Figura 1.	Áreas fundamentales componentes del índice del grado de preparación para participar y beneficiarse de las TICs ....	25
Figura 2.	Distribución de empresas agropecuarias incluidas en el estudio, de acuerdo a la actividad principal realizada .....	44
Figura 3.	Porcentaje de empresas en estudio, con uso de tecnología básica de informática y sistemas de comunicación e información .....	46
Figura 4.	Porcentaje de empresas con uso de informática en paquetes de oficina .....	47
Figura 5.	Usos de paquetes de informática en sistemas de gestión administrativa de empresas agrícolas bajo estudio .....	48
Figura 6.	Índice de importancia de las principales bondades que los usuarios de sistemas de informática aplicados a la agricultura asignan a su uso .....	50
Figura 7.	Índice de importancia de las principales limitantes que los usuarios de sistemas de informática aplicados a la agricultura asignan a su uso .....	52

# SISTEMAS DE INFORMÁTICA Y AUTOMATIZACIÓN APLICADOS A LA AGRICULTURA: BONDADES Y LIMITANTES

## COMPUTER AND AUTOMATION SYSTEMS APPLIED TO AGRICULTURE: BENEFITS AND LIMITATIONS

### RESUMEN

La agricultura constituye, hoy por hoy, una actividad económica que emplea a una gran proporción de la población económicamente activa y genera recursos que son fuente de subsistencia y en algunos casos, proporciona un medio de generación de empleos y productos de exportación para Guatemala. La agricultura se ha caracterizado por constituir una actividad dinámica que necesita aprovechar los recursos existentes en cada época y región para poder desarrollarse y en este punto la tecnología de la información y las comunicaciones, juntamente con los sistemas de informática y automatización, proporcionan medios importantes en su desarrollo.

El presente estudio tiene el objetivo de identificar algunas de las tecnologías más importantes en este campo, además de realizar un análisis sobre sus bondades y limitantes. Para esto se realizaron consultas y una encuesta general a empresas agrícolas, utilizando la metodología de muestreo simple aleatorio para recopilar información necesaria para el estudio. Se analizan las aplicaciones de las tecnologías de la información y las comunicaciones, sistemas de informática y automatización que se emplean en empresas agrícolas de Guatemala y el grado de preparación y aceptación que se considera que existe para dichas tecnologías en el sector; además de realizar un estudio sobre las barreras y limitantes que se presentan y alternativas para superar estas barreras. Se propone, finalmente, un modelo general y sencillo, que permita evaluar los beneficios de las tecnologías en estudio aplicadas a una empresa agrícola media; y las áreas de trabajo dentro de la organización de la empresa donde tienen aplicación particular.

Dentro de los resultados se observa que la mayoría de empresas agrícolas formalmente establecidas en Guatemala están realizando esfuerzos por incorporar estas tecnologías a sus sistemas productivos, identificando como las bondades más importantes en el uso de sistemas de informática: la mayor eficiencia en el tiempo de realización de las tareas y la reducción de los costos de operación de estas tareas; y como las limitantes que más afectan el proceso de incorporación de las tecnologías en estudio: el alto costo de implementación y la falta de personal calificado para la operación de los sistemas.

## I INTRODUCCIÓN

La agricultura, con sus diferentes componentes, constituye una de las principales actividades económicas en la que se sustenta la economía de Guatemala; sin embargo presenta bastante complejidad y marcados contrastes en su situación actual, ya que mientras unas pocas empresas se encuentran bien posicionadas y con alta tecnología incorporada en sus procesos, otras que se cree son la mayoría están luchando aún y realizando esfuerzos por incorporar tecnología, lograr mayor eficiencia y escapar de quedar rezagadas de un mercado global cada vez más exigente.

Los sistemas de informática y automatización para las empresas agrícolas representan entonces un reto y en cierta forma una necesidad y se debe buscar la forma de facilitar y promover su uso, enfocándose en impulsar y magnificar sus bondades y realizar esfuerzos por superar las limitantes, por lo que, primeramente deben identificarse y cuantificarse estas bondades y limitantes.

El presente estudio tiene el objetivo de identificar estas tecnologías, sus bondades y limitantes; y, partiendo de esta información, generar un diagnóstico de la situación actual, las aplicaciones y el nivel de uso por parte de las empresas agrícolas para posteriormente plantear un modelo básico de la participación y efectos de dichas tecnologías en el desarrollo de una empresa agrícola estándar.

El modelo propuesto se sustenta sobre la base de un entorno favorable desde el punto de vista social, gubernamental y empresarial, sobre el cual los elementos de organización y producción de la empresa deben desarrollarse para obtener finalmente resultados globales de integración, eficiencia, productividad, competitividad y sustentabilidad en las empresas agrícolas de Guatemala.

Los resultados obtenidos en el estudio apuntan a que en el caso de las empresas agrícolas formalmente establecidas en Guatemala, la adopción de sistemas

básicos de informática y tecnologías de información, está ocurriendo en la gran mayoría de ellas, particularmente como herramientas de apoyo a los procesos de administración de la empresa y en algunos casos directamente aplicados a las actividades de producción y comercialización; sin embargo ocurren aún muchas barreras que limitan la adopción y aplicación más sistemática e intensiva de estos recursos; las barreras identificadas están relacionadas principalmente con el costo de implementación de los sistemas y la falta de personal calificado para su operación dentro de las empresas.

Se concluye finalmente que las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, junto a otras tecnologías de informática aplicada constituyen un insumo importante para la producción agrícola en Guatemala, que deben aprovecharse e impulsarse, junto con las oportunidades de crecimiento en la penetración de sistemas de telecomunicaciones que facilitan el acceso a la información pertinente, a las comunicaciones y la expansión de las empresas agrícolas situadas en áreas rurales que anteriormente no contaban con esta cobertura.

## II ANTECEDENTES

Durante el desarrollo de la historia del hombre en la sociedad, se han observado ciertas etapas marcadas por cambios significativos que de alguna manera han venido a causar una revolución en los sistemas que hasta ese momento se han considerado como tradicionales en el ejercicio de la actividad productiva. En la historia reciente, esas etapas han sido bien identificadas, como por ejemplo, la revolución industrial, la revolución verde y por último la revolución tecnológica conocida como automatización y desarrollo de las comunicaciones.

Las nuevas tecnologías de la información y comunicación están generando cambios profundos en la forma de enfocar las tareas en los sistemas de producción en general y los sistemas de producción agrícola no han sido la excepción. Nuevos sistemas son incorporados, de manera que en la agricultura moderna, las tareas son mas planificadas, existe un mejor control en el uso y la ubicación de los recursos, se tiene la posibilidad de llevar registros de las labores que se ejecutan y se requieren, de manera que puedan programarse los recursos en el tiempo apropiado y se trate de reducir el efecto de incertidumbre que ha caracterizado a la mayoría de proyectos agrícolas.

En el campo de la automatización y agricultura de precisión, se trata de enfocar el uso de los insumos y recursos de manera que sean aplicados, justo en el lugar y el momento que se requieren, tratando de optimizar su utilización y de alguna manera reducir costos y además reducir el impacto que la agricultura ejerce sobre el ambiente natural, que ha sido uno de los reclamos más fuertes que ha tenido la agricultura tradicional.

En el campo de comercialización de los productos agropecuarios y agroindustriales, los nuevos tratados de comercio internacional muy pronto empezarán a exigir, por la propia necesidad de mantener la competitividad, de sistemas eficientes de producción, gestión y comercio; que requerirán desde

sistemas básicos de gestión administrativa, tecnología de comunicación e información para búsqueda de mercados y todo el proceso de comercio electrónico, hasta sistemas de automatización y agricultura de precisión que permitan reducir los costos, mantener un mejor control y planificación en los sistemas de producción agrícola, hasta los sistemas de trazabilidad que es posible que muy pronto empiecen a ser requeridos.

Todo lo anterior, hace necesaria la incorporación de estas nuevas tecnologías de una forma significativa en las fincas y empresas de producción agropecuaria de Guatemala, pero principalmente es necesario que las empresas conozcan las bondades y alcances de estos sistemas y además las limitantes que deben ser superadas para lograr un mejor aprovechamiento de dichos recursos.

### **III OBJETIVOS**

1. Identificar y caracterizar nuevas tecnologías de información y comunicación, automatización de tareas y agricultura de precisión que pueden adaptarse a la agricultura de Guatemala, sus bondades y limitantes.
2. Generar un diagnóstico de las aplicaciones en informática, agricultura de precisión, automatización de tareas y nuevas tecnologías de información y comunicación que se están adoptando en algunas empresas agrícolas, pecuarias y forestales en Guatemala.
3. Plantear un modelo simple de incorporación de sistemas de automatización e informática a la unidad productiva agrícola típica.
4. Generar un documento útil en la práctica de la producción agropecuaria, en la academia y en la investigación.

## IV METODOLOGÍA

El desarrollo del presente trabajo de graduación se realizó tratando de acoplar la definición de un modelo descriptivo, que permita reflejar la vivencia y experiencia del autor, en términos del conocimiento y entendimiento de la correlación existente entre la informática, la automatización y la agricultura moderna complementado con el desarrollo de una revisión exhaustiva de avances recientes en materia de informática y automatización, que permita generar una base de datos actualizada, misma que será analizada en términos de su pertinencia y relevancia nacional.

Estas tareas fueron re alimentadas directamente con la información pertinente que permite sustentar los modelos planteados, de acuerdo a la siguiente metodología:

### 4.1 Recopilación de información de relevancia:

Esta información se utilizó para sustentar el análisis planteado sobre el tema y consistió en recopilar, revisar, organizar y analizar la información proveniente de varias fuentes, que tenía relación directa con el tema de investigación. La metodología en esta etapa se desarrolló de la siguiente manera:

- **Revisión de información de Internet sobre Sistemas de Informática aplicados a la agricultura:** información sobre incorporación de las Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación NTCI en el campo agrícola, Sistemas de Gestión empresarial de informática aplicados a la agricultura, agricultura de precisión y automatización de tareas agrícolas. Avances, perspectivas y limitantes que se han determinado en otras áreas. Esta información fue organizada y clasificada para su análisis de acuerdo a los objetivos de la investigación.

- **Entrevistas a profesionales relacionados con el agro:** Recopilación de información de la experiencia de algunos profesionales que hayan desarrollado o estén desarrollando tareas en las que se maneje la aplicación de software, sistemas de gestión o automatización de tareas en empresas o unidades productivas en Guatemala. Estas entrevistas fueron consideradas de tipo exploratorio, sin cálculo de tamaño de muestra, solicitadas y obtenidas a través del correo electrónico y guiadas con base a un cuestionario que se presenta en el anexo No. 1.
- **Información de Sistemas de Software de Aplicación en Agricultura:** Revisión y recopilación de información sobre sistemas de software con aplicación en agricultura, ganadería y temas forestales, sistemas de gestión en esas áreas y otras aplicaciones, que se encuentren actualmente en el mercado y que puedan ser utilizados por empresas relacionadas con el agro en Guatemala.
- **Encuesta a empresas productivas agrícolas nacionales:** Se realizó una encuesta a empresas productivas agrícolas sobre uso y aplicación de sistemas de informática, así como las bondades y limitantes que representan para cada empresa la adopción y aplicación de estos sistemas a las tareas de planificación, gestión o producción. Debido a la dificultad que representa el marco de muestreo específico, se realizó la conformación de la muestra considerando una población infinita, aplicando el criterio de un nivel estadístico de confianza o del 95% y 10% de precisión sobre la variable de proporción más importante. (Anexo 2).

#### **4.2 Cálculo del tamaño de la muestra:**

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó la fórmula estadística para el tamaño de muestra para estimación de proporciones, considerando la mayoría de las variables de la encuesta como variables de medición de proporciones. Se

utilizó para la estimación, una probabilidad para el nivel de confianza de 0.95 (95% de confianza) y una precisión del 10%, asignándose la consideración de máxima varianza para mayor seguridad en los resultados y población infinita. Entonces la fórmula recomendable fue la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 pq}{d^2}$$

En donde  $n$  es el tamaño mínimo de la muestra con los niveles de precisión y confianza seleccionados.  $Z$  es el parámetro estadístico de la distribución normal, en el caso de seleccionar un nivel de confianza del 95% el valor estadístico de  $Z$  para el cálculo de los intervalos de confianza es de 1.96. Los valores  $pq$  se consideran como los valores que resultan en el cálculo de la varianza para variables de medición de proporción; en el caso de máxima varianza  $p$  asume el valor de 0.5 y  $q$  de 0.5. Finalmente  $d$  es el nivel de precisión seleccionado, en este caso el nivel seleccionado fue de 10% ( $d=0.10$ ), que corresponde al nivel máximo de error aceptable.

Al aplicar la fórmula, el resultado obtenido fue

$$n = \frac{1.96^2(0.5)(0.5)}{0.1^2} = 96.04$$

Significa que el tamaño de muestra mínimo para alcanzar un nivel de confianza en los resultados del 95% y un grado de precisión del 10%, asumiendo una población normal infinita, con máxima varianza en las variables principales, fue de 96 elementos. En el caso real del estudio, se consideraron 115 elementos de muestra, número ligeramente mayor que el mínimo recomendado.

#### 4.3 Organización y Análisis de la Información:

Toda la información obtenida se organizó y fue incorporada a las experiencias logradas, lo cual permitió generar una descripción sistemática y clasificada de las herramientas de informática orientadas a la actividad agrícola, un diagnóstico básico de las condiciones actuales, perspectivas, oportunidades y limitantes y además plantear un modelo básico de incorporación de sistemas informáticos, de gestión y de automatización a la unidad productiva agrícola en Guatemala.

#### **4.4 Generación del documento:**

La última etapa de la metodología correspondió a la generación del presente documento donde se plantean los resultados obtenidos, de acuerdo a los objetivos propuestos, se realiza un análisis crítico de los mismos y se ofrecen finalmente las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

## V MARCO CONCEPTUAL

### 5.1 LA REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA

No existe duda de que vivimos en una sociedad cada vez más influenciada por la ciencia y la tecnología. Estos elementos siempre han estado asociados con el desarrollo histórico y social; sin embargo su efecto en la sociedad moderna se considera que ha crecido de manera casi exponencial, pero sin presentar uniformidad global, de tal forma que siempre han sido caracterizadas las sociedades y los países como más desarrollados y menos desarrollados en términos del uso y la aplicación de tecnología. El concepto de tecnología se ha definido en muy diversas formas en diferentes épocas de la historia; una definición sencilla podría referirse a los conocimientos técnicos, metodologías, capacidades y destrezas necesarias para poder diseñar y realizar las tareas productivas (*Acevedo, J; 2006*).

La población humana mundial, de acuerdo con estimaciones realizadas, se duplicará antes de 50 años y los países que más problemas enfrentarán por el efecto de este crecimiento, son los que están menos preparados para innovación tecnológica en sus sistemas productivos. Existen cuatro elementos claves en el proceso de incorporación de tecnología en los sistemas: la innovación, la generación, la transferencia y la aplicación; todos ellos son importantes pero la experiencia ha mostrado que la transferencia es uno de los eslabones más débiles de esta cadena y es aquí en donde las tecnologías de la información y las comunicaciones modernas juegan un papel importante. (*Acevedo, J; 2006*).

Bajo el esquema –acciones en la innovación, generación, transferencia y aplicación- se considera que la causa del cambio técnico en la agricultura es la adopción de innovaciones técnicas por parte de los agricultores, y que la fuente de dichas innovaciones es la investigación y el desarrollo científico, otorgándole a la

ciencia, una posición primordial y de gran responsabilidad en el desarrollo agrícola.

Las grandes transformaciones que se desarrollan en el mundo y en cada país están cambiando los escenarios de producción en los que se desenvuelve el sector agroalimentario y agroindustrial. Nuevos riesgos e incertidumbres, asociados a las tensiones entre globalización y fragmentación, integración y exclusión, concentración y descentralización, hacen más complejo el contexto en el cual se plantea la cuestión de la innovación.

Los procesos de innovación están afectados y caracterizados, entre otros, por los siguientes aspectos:

- a) La diversidad de actores involucrados (agricultores, agroindustrias, proveedores de insumos, asesores privados, instituciones públicas, organizaciones no gubernamentales, mercados, consumidores, etc.);
- b) La problemática de desarrollo rural (infraestructura, sostenibilidad, pobreza, marginalidad, educación, etc.);
- c) El incremento de actividades rurales no agrícolas como componente en la estrategia de las familias rurales;
- d) El incremento en la demanda de producciones diferenciadas y con mayor valor agregado;
- e) La progresiva inclusión de biotecnología, informática, telecomunicaciones y aspectos organizacionales, como elementos constituyentes del cambio tecnológico;
- f) La gestión ambiental responsable. (*Alzate, J; 2009*)

En los últimos decenios, los retos a los que se enfrenta la población rural pobre han cambiado enormemente. Las sociedades y las economías de todo el mundo están evolucionando, y además muy de prisa. Si bien en los últimos 20 años la globalización y la integración del comercio y la economía se han realizado a un

ritmo sin precedentes, los pobres de las zonas rurales son quienes menos posibilidades tienen de participar en esos procesos y beneficiarse de ellos.

En un mundo que cambia rápidamente es fundamental innovar constantemente para salir adelante. La población rural pobre innova cada día: su supervivencia misma depende de ello. Pero si no cuentan con las capacidades, los activos y el acceso necesarios —a los mercados, la información, las redes y los conocimientos— la posibilidad de que puedan innovar de una manera que les permita salir de la pobreza es escasa.

Se necesitan innovaciones favorables a los pobres en las esferas de las instituciones privadas y públicas y cambios tecnológicos en apoyo de la población rural pobre. Se necesitan instituciones que permitan a los pobres del medio rural aumentar su capital social y aprovechar las oportunidades que les ofrecen las nuevas relaciones basadas en el mercado en los ámbitos rural y agrícola. Se necesitan cambios tecnológicos que permitan a los pobres de las zonas rurales desarrollar y adoptar nuevos conocimientos y nuevas opciones tecnológicas a fin de que puedan participar plenamente en los cambios provocados por la globalización.

## **5.2 LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES - NTIC -**

La tecnología es el medio que el hombre y la sociedad utiliza para dar respuesta a las necesidades que se plantea en sus diferentes empresas; y a la vez abre nuevos campos de actuación, generando nuevas necesidades en una espiral continua que si se comprende y atiende apropiadamente provoca el desarrollo.

Las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones constituyen un complejo conjunto de recursos cuyo fin fundamental es el manejo, transmisión y aprovechamiento de la información a nivel global y se integran principalmente por

un sistema que incluye aparatos y equipo de comunicación, redes y servicios, en donde la computadora, la informática, las telecomunicaciones y la internet son fundamentales.

Estas nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones están revolucionando todos los sistemas y las actividades económicas y sociales que se desarrollan por el hombre y propician una nueva dinámica en la forma de enfoque de la actividad productiva, en donde la agricultura no es ajena y en la era de la información, cambios radicales se visualizan y se están ya generando en esta actividad. Cuanto más pronto y más profundamente se permita la incorporación de esta gama de recursos, mayores serán las ventajas que puedan alcanzarse en esta rama de la actividad económica tan importante para Guatemala, para la región y para el mundo.

El acceso fácil y rápido a la información brinda una serie de ventajas como el caso de consultas técnicas rápidas, consultas de datos de mercado, precios, clientes, oportunidades, información climática, insumos, proveedores, en fin, una lista bastante larga de posibilidades que permiten no solamente adelantarse y prever situaciones, sino que se extiende a una mejor planificación y reducción significativa de riesgos en la agricultura, que tradicionalmente se ha considerado como una de las actividades económicas de mayor riesgo e incertidumbre (*Recio, V; 2009*).

La tecnología y los procesos avanzan a gran velocidad, y los nuevos modelos económicos de mercados mundiales y economías globales, pueden representar un riesgo para muchos agricultores de países que aún se hallan en vías de desarrollo, por lo que es muy importante realizar los mayores esfuerzos por diagnosticar y apoyar a la incorporación y uso significativo de estas nuevas tecnologías.

En el documento que contiene la Agenda Nacional de la Sociedad de la Información y del Conocimiento de Guatemala (ASIC; 2007), se cita una frase publicada en un sumario de *The World Summit of the Information Society* (Ginebra. Dic. 2003) que dice literalmente: “*las Tecnologías de Información deben de servir para erradicar la pobreza extrema y el hambre, lograr una educación básica universal, eliminar las desigualdades de género, raza o religión, reducir la mortalidad infantil, luchar contra el virus del SIDA y otras enfermedades epidémicas, mantener la sustentabilidad ambiental y lograr un mundo en paz*”.

### **5.3 LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD**

Es bastante comprensible la consideración de que el acceso, uso y adopción de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones por parte de las empresas agrícolas genera condiciones que permiten incrementar los niveles de productividad y competitividad de esas empresas; siempre y cuando esta situación vaya acompañada de generación de políticas y acciones gubernamentales y sociales (mercados, organizaciones de investigación y desarrollo, agentes financieros) que promuevan su uso y traten de eliminar los obstáculos y limitaciones que enfrenten las pequeñas y medianas empresas interesadas en estas innovaciones.

Es importante recordar que una economía basada en el conocimiento es una economía de vanguardia y más eficiente, ya que el conocimiento es el insumo principal de la producción y las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones son una herramienta esencial para la transmisión y difusión de ese conocimiento y la habilidad manifestada por los actores de los procesos productivos de apropiarse y beneficiarse del conocimiento y la información facilita el objetivo de alcanzar una mayor productividad y ser más competitivo.

En el aspecto de productividad, las empresas pueden aprovechar los recursos de la información y las comunicaciones para utilizar de una manera más eficiente recursos limitados, obtener y utilizar información técnica válida, incorporar tecnología de vanguardia, resolver problemas técnicos por medio de consultas a sitios y expertos, etc. y en materia de competitividad, aprovechar segmentos de mercado desconocidos de otra manera, alianzas estratégicas y organización, acceso y conocimiento mejorado a fuentes de financiamiento y otros beneficios.

La posibilidad y característica de las TICs de poner en contacto a compradores y vendedores en forma más eficiente puede generar ganancias más importantes y además reduce el esfuerzo para la identificación y conformación de relaciones comerciales entre estos dos elementos del mercado. (*Monge, R.; 2005*).

#### **5.4 LA INFORMATICA Y COMPUTACIÓN APLICADA**

La Informática es la ciencia aplicada que abarca el estudio y aplicación del tratamiento automático de la información, utilizando dispositivos electrónicos y sistemas computacionales. También está definida como el procesamiento automático de la información. De esta manera, la informática integra conceptos y fundamentos de la computación, programación, desarrollo de software, arquitectura de computadoras, redes, internet y electrónica. En este sentido, la computadora, en sus diferentes tipos y aplicaciones, constituye la herramienta fundamental.

Se ha generado el uso de un nuevo término: **Agromática** que es el término que se refiere a la disciplina que hace uso de las herramientas informáticas para optimizar los beneficios de la explotación del Sector Agropecuario, proporcionando nuevas herramientas de apoyo, para áreas tan diversas como, por ejemplo, la docencia, la investigación, la extensión, la producción y el proceso de toma de decisiones. La Agromática es la aplicación de los principios y técnicas de la informática y la

computación a las teorías y leyes del funcionamiento y manejo de los agrosistemas. La Agromática posibilita incorporar los aspectos ecológicos de la empresa o región agropecuaria mediante bases de datos de suelos, meteorología, vegetación natural, topografía, cursos y reservorios naturales de agua, etc., e integrarlos y representarlos gráficamente mediante mapas generados por sistemas de información geográfica. Estas mismas herramientas también apoyan las actividades de ordenamiento predial y territorial (*Grenón, D.; 2007*)

Las empresas agropecuarias son subsistemas de sistemas económicos de mayor complejidad, tales como el sistema agroindustrial o las economías regional, nacional y mundial. Estos últimos constituyen el ámbito de precios, costos, demanda, competencia, leyes, créditos, etc., que condicionan los temas económicos y financieros de la empresa.

En este aspecto las empresas agropecuarias son similares a los otros tipos de empresas (comerciales, industriales) y las herramientas que demandan a la Agromática son los sistemas de información gerencial, idénticos a los de cualquier otro sistema económico que necesita procesar datos contables, financieros, impositivos, de personal, de bancos, etc. Estos sistemas son fáciles de conseguir actualmente en el mercado debido a que su desarrollo exige pequeñas modificaciones a los creados para situaciones comerciales o industriales.

Una característica importante que diferencia a las empresas agropecuarias de cualquier otro tipo de organización económica es su obligada dispersión espacial. La producción agrícola no se puede concentrar en parques industriales o en centros comerciales urbanos donde pueda disponer de servicios más eficientes, de telecomunicaciones seguras y rápidas, de diversidad de proveedores de insumos y otros servicios. La Agromática aprovecha las posibilidades de las telecomunicaciones digitales para facilitar el acceso e intercambio de datos e informaciones: servicios de noticias específicas del sector, pronósticos meteorológicos, servicios de alarmas (de clima, de plagas, comerciales), mercados de granos y animales, avisos clasificados para comprar o vender, foros

para discutir temas de su interés, accesos a documentos, manuales o artículos sobre temas productivos; todos al alcance de cualquier empresa con conexión a Internet (*Grenón, D.; 2007*).

La computación es ahora, parte integral de cualquier trabajo o actividad que el hombre realiza, la computación se define como la ciencia que trata sobre el procesamiento electrónico de información haciendo uso de la computadora y otras herramientas relacionadas con procesadores. La computación es fundamental en el manejo de información y procesos que requieren relaciones complejas, cálculos y simulación mediante modelos matemáticos lógicos incorporados. En agricultura, la computación tiene aplicaciones muy diversas dirigidas fundamentalmente a la facilitación de tareas de gestión, planificación, registro y comunicación de la información (*Cañedo, R.; 2005*).

## **5.5 LA AGRICULTURA MODERNA.**

La modernización de la agricultura, que surge como un fenómeno de respuesta a ciertas presiones sociales, como la necesidad de aumento de la producción agrícola, el aumento de la alimentación mundial, el crecimiento poblacional, el incremento en la esperanza de vida de la población, el surgimiento de la revolución verde, la lucha química, los fertilizantes artificiales y la tecnología para la reducción del trabajo físico, se ha reflejado en varios cambios que ha sufrido la agricultura tradicional para convertirse en agricultura moderna; entre estos cambios se pueden mencionar: la mecanización agrícola, que cada día adquiere mejoras, variedades mejoradas, incremento del uso de fertilizantes y pesticidas, la irrigación, los sistemas intensivos y auto controlados (invernaderos y sistemas de explotación animal intensiva) y el uso más generalizado de la ingeniería genética, se complementan finalmente con el uso de la informática, la agricultura de precisión, automatización de procesos, registros de procesos, gestión y comercialización, entre otros, son temas en donde intervienen la computación y la informática.

## 5.6 AGRICULTURA DE PRECISIÓN:

La agricultura de precisión corresponde a una tecnología que se basa fundamentalmente en el uso de información de posicionamiento satelital; consiste en identificar y registrar datos georreferenciados de los lotes de la finca para poseer un mejor conocimiento de lo que puede suceder en ellos durante el ciclo de la producción agrícola, es decir la preparación del suelo, la siembra, la aplicación de insumos controlada, riegos, registro de ataque de plagas, enfermedades, incidencia de malezas, todo esto de manera diferencial y la respuesta dirigida a estas variables, así como registros de cosechas por lotes (*Bermejo, A.; 2004*).

La aplicación de dosis variables de insumos o manejo variable de cultivos se basa en el registro de información como: mapas de rendimiento de cultivos anteriores, fotografía aérea, mapas topográficos, imágenes satelitales, experiencias anteriores del productor o bien mapas de suelo de áreas homogéneas y aunque esto puede representar procesos complicados, el uso de software y computadoras, así como aparatos de precisión que produce la industria para la agricultura, pueden facilitar su incorporación en áreas y empresas en donde se considere económicamente rentable la aplicación de estos sistemas (*Chartunil, E.; 2007*).

En algunos casos en donde estas aplicaciones se encuentran en pleno desarrollo, se cuenta con maquinaria agrícola especializada, como por ejemplo fertilizadoras equipadas con sistemas de computación y software de aplicación, así como aparatos de GPS, lo que permite la aplicación de insumo óptima, de acuerdo a las características del lote y el registro de variables, lográndose por un lado el incremento de la rentabilidad al producirse una reducción de costos por insumos y por otro lado el beneficio asociado al manejo y cuidado del medio ambiente al evitar sobredosificaciones y en última instancia, la reducción de la compactación del suelo por el paso reducido y controlado de maquinaria de mecanización; sin embargo esta tecnología requiere además de la maquinaria especializada y

equipada con sistemas de computación, el empleo de personal calificado y capacitado y la supervisión constante y cuidadosa sobre las operaciones realizadas (*Bermejo, A.; 2004*).

Entonces, la base técnica para la aplicación de un sistema de agricultura de precisión, se sustenta en el hecho real observado de que por ejemplo en una agricultura tecnificada las prácticas agronómicas y las recomendaciones de manejo se hacen sobre la base del muestreo a nivel de lotes individuales; sin embargo, su implementación en campo se hace mediante la aplicación uniforme bien sea de la labranza, fertilizantes o pesticidas. No obstante, por lo general se presenta una alta variación espacial en los rendimientos de los cultivos, incluso en lotes individuales dentro de una misma finca.

El manejo uniforme que se hace en la finca ignora la variación espacial presente en los campos de cultivos, lo que resulta en una sobre o sub aplicación de insumos, generando problemas tanto económicos como ambientales por el ineficiente uso de las prácticas de manejo del cultivo.

Debido a la variabilidad de los suelos, en particular de los atributos relacionados con la fertilidad, surgió la necesidad de desarrollar metodologías para la aplicación variable y selectiva de los fertilizantes, que posteriormente fueron extendidas al uso de otros insumos (*Ovalles, 2006*).

La Agricultura de Precisión se inicia con el desarrollo de una serie de tecnologías en áreas distintas a la agronomía, entre ellas la estadística, la informática, la electrónica y la mecánica. Sobre esta base se han desarrollado nuevas generaciones de sensores remotos que han permitido una mejor resolución de imágenes relacionadas con el uso agrícola de la tierra, el desarrollo de los posicionadores satelitales, de los sistemas de información geográfica, la geoestadística, de programas y modelos. Entonces, puede entenderse la agricultura de precisión como una serie de recursos y procesos integrados que

permiten una mayor eficiencia en el proceso de la producción agrícola, reduciendo en la mayoría de casos los insumos aplicados y mejorando los registros de información necesaria para la toma de decisiones apropiadas en la administración y la planificación de la empresa; sin embargo, existen barreras y limitantes muy marcadas que dificultarán la adopción de estos sistemas en áreas rurales y marginales dedicadas a la producción agrícola. Algunas de estas limitantes que pueden ser identificadas son las siguientes:

- Acceso limitado a la información (equipo informático, conexión a Internet en las zonas rurales)
- Oferta reducida en entorno a las nuevas tecnologías (captadores de rendimiento, GPS)
- Falta de compatibilidad entre los materiales existentes (necesidades de normas comunes para el intercambio de datos)
- Opciones limitadas en instrumentos de ayuda a la decisión adaptados al agricultor.
- Necesidad de tiempo para la puesta en evidencia de las variaciones (varios años de registros para obtener información pertinente)
- Costos de puesta en marcha de las modulaciones
- Barreras psicológicas (*Bermejo, A.; 2004*).

## **5.7 INTERNET EN LA AGRICULTURA**

Las comunidades rurales y los pequeños y medianos agricultores son afectados por decisiones y políticas macroeconómicas que tienen su generación en un mundo y una economía globalizada; de manera que las tasas de interés sobre préstamos e inversiones, las políticas de subsidio a determinados productos o insumos, el comportamiento de los mercados, son situaciones que inciden en la producción rural. La idea de que los pequeños agricultores del área rural conforman comunidades aisladas y autosuficientes ya no es del todo cierta. Las relaciones comerciales están ahora gobernadas por tratados internacionales de

comercio que constituyen fuerzas poderosas que mueven y orientan desde el sector primario de la agricultura, la industria de la transformación agrícola, el comercio y los servicios.

Cuando los agricultores conocen y tienen acceso a información actualizada sobre estos temas, tienen la oportunidad de enfocarse en tareas y estrategias de producción que les permita de alguna manera tener cierta competitividad con las grandes empresas agroindustriales, les presenta una visión más clara de su necesidad de organización y buscar el acceso a medios de información que les permita conocer las variables económicas como precios, oportunidades, mercados, redes de comercialización y otras; y para ello, Internet es la herramienta adecuada y que ahora es de acceso posible incluso para muchas áreas rurales en donde antes la comunicación era muy limitada y problemática.

Muchos agricultores están geográficamente aislados de sus colegas y distantes de profesionales que puedan asistirlos en forma inmediata. En este caso, Internet constituye un sistema de comunicación en tiempo real que le permite poder comunicarse con otros usuarios que buscan información o tienen respuesta a algunos problemas que necesitan solucionar; además Internet puede constituirse en una ventana comercial de gran impacto para el agricultor.

Observaciones de estudios realizados en países latinoamericanos como Brasil (*Locatel, J.; 2004*), Perú (*Rivanedeyra, F.; 2002*), determinan que principalmente los pequeños agricultores son más versátiles y tienen la capacidad de adaptarse más fácilmente a variaciones en su producción de acuerdo a las tendencias y oportunidades que se presenten. También son estos agricultores capaces de adoptar tecnología que no represente costos demasiado altos para sus posibilidades; y estos agricultores están descubriendo que el Internet es una de estas oportunidades de gran beneficio.

De acuerdo con información proporcionada por técnicos y profesionales en agricultura de Guatemala en las entrevistas realizadas (anexo 1) y otras consultas documentales, algunas oportunidades, ventajas y aplicaciones que Internet representa para la agricultura son las siguientes:

- a) Consulta y seguimiento de información meteorológica generada a través de redes y sistemas de registro que se comunican a través de Internet. Esta información es incorporada por los agricultores en provecho de acciones de previsión, planificación y toma de decisiones respecto a variables directamente relacionadas con el clima.
- b) Información del suministro de semillas, fertilizantes, pesticidas y todo tipo de insumos necesarios para la actividad agrícola.
- c) Información sobre el servicio logístico de transporte, almacenamiento y todo recurso útil disponible en el mercado.
- d) Obtención de información de catálogos actualizados de maquinaria, equipo, piezas y todo recurso útil en la finca que deba ser adquirido.
- e) Intercambio de opiniones y experiencias con agricultores y expertos de diferentes regiones, sobre temas agrícolas.
- f) Facilitar la gestión financiera, obteniendo información sobre empresas financieras, condiciones de préstamos, tasas de interés; y en última instancia, operaciones financieras en línea.
- g) Operaciones burocráticas de gestión, como pago de impuestos, trámites de exportación, gestiones en oficinas gubernamentales de control.
- h) Compra o adquisición de productos e insumos en línea, a través de Internet.
- i) Facilidad de comunicación y colaboración con otros agricultores u organizaciones gubernamentales o no gubernamentales cuando se ejecutan proyectos conjuntos.
- j) Muchas empresas además utilizan el Internet para promoción de sus productos y servicios, generando y publicando páginas web de sus empresas, participando en otros recursos de comunicación a través de

Internet como blogs, foros y sistemas de red de correo electrónico para comunicarse con clientes y proveedores.

## 5.8 INDICES DE PENETRACIÓN DE INTERNET

Se ha determinado que Internet es un medio de comunicación con uno de los índices de penetración y el crecimiento de número de usuarios más alto, este nivel de penetración se distribuye en todas las áreas de la actividad social y abarca de manera global a los diferentes países y regiones, aunque los niveles de crecimiento sean diferentes para cada caso, cada uno manifiesta una tendencia al crecimiento.

Se presentan a continuación algunas de las estadísticas más recientes que ilustran la importancia que este crecimiento tiene a nivel general y de manera particular para la región centroamericana y para Guatemala (*Éxito Exportador, 2009*).

Cuadro 1: Usuarios de Sistemas de Internet para la región de México y Centroamérica para el año 2009.

PAÍS	POBLACIÓN Estim 2009	Usuarios año 2000	Usuarios año 2009	% Población (Penetración)	Crecimiento (2000-2009)	%Usuarios Región
Belice	307,899	15,000	<b>34,000</b>	11.0 %	126.7 %	0.1 %
Costa Rica	4,253,877	250,000	<b>1,460,000</b>	34.3 %	484.0 %	4.3 %
El Salvador	7,185,218	40,000	<b>826,000</b>	11.5 %	1,965.0 %	2.5 %
Guatemala	13,276,517	65,000	<b>1,960,000</b>	14.8 %	2,915.4 %	5.8 %
Honduras	7,833,696	40,000	<b>658,500</b>	8.4 %	1,546.3 %	2.0 %
México	111,211,789	2,712,400	<b>27,600,000</b>	24.8 %	917.5 %	82.0 %
Nicaragua	5,891,199	50,000	<b>185,000</b>	3.1 %	270.0 %	0.5 %
Panamá	3,360,474	45,000	<b>934,500</b>	27.8 %	1,976.7 %	2.8 %
<b>TOTAL REGIÓN</b>	153,320,669	3,217,400	<b>33,658,000</b>	22.0 %	946.1 %	100.0 %

Fuente: US Census Bureau y Éxito Exportador.

El cuadro 1 muestra que para el caso de Guatemala, con una población estimada de 13,276,517 habitantes para finales del año 2009, presentó un número de usuarios de Internet para ese momento de aproximadamente 1,960,000 que representa cerca de un 15% de la población y un crecimiento de 2915% en el período de 2000 a 2009, lo que indica que a nivel regional fue el país con mayor porcentaje de crecimiento en relación a los usuarios del Sistema. Esta situación claramente constituye una ventaja y una oportunidad para ser aprovechada en beneficio de la actividad económica de cada sector, siendo la agricultura uno de los sectores de mayor impacto en la economía de Guatemala, ya que este rubro de la economía involucra a más del 50% de la población económicamente activa y representa un 14.1% de aporte al PIB del país (*Cardona, H; 2006*).

Hoy el uso de Internet en las empresas productivas y el crecimiento constante de de los usuarios de este recursos permite estimular los canales de comunicación en el sistema integrado de negocios -compradores, vendedores y socios- y aporta aplicaciones como correo electrónico, manejo de documentos, hojas de cálculo, sistemas de búsquedas corporativas y otras herramientas de comunicación y colaboración que impactan en la productividad de las empresas.

## **5.9 ALGUNOS PROCESOS DE INFORMÁTICA EN LA AGRICULTURA:**

Los procesos de la actividad agrícola en los cuales puede involucrarse el uso de los sistemas de informática y computación o en los que se están ya aplicando estos sistemas son varios, pero pueden mencionarse algunos ejemplos citados por profesionales guatemaltecos entrevistados y otras fuentes documentales:

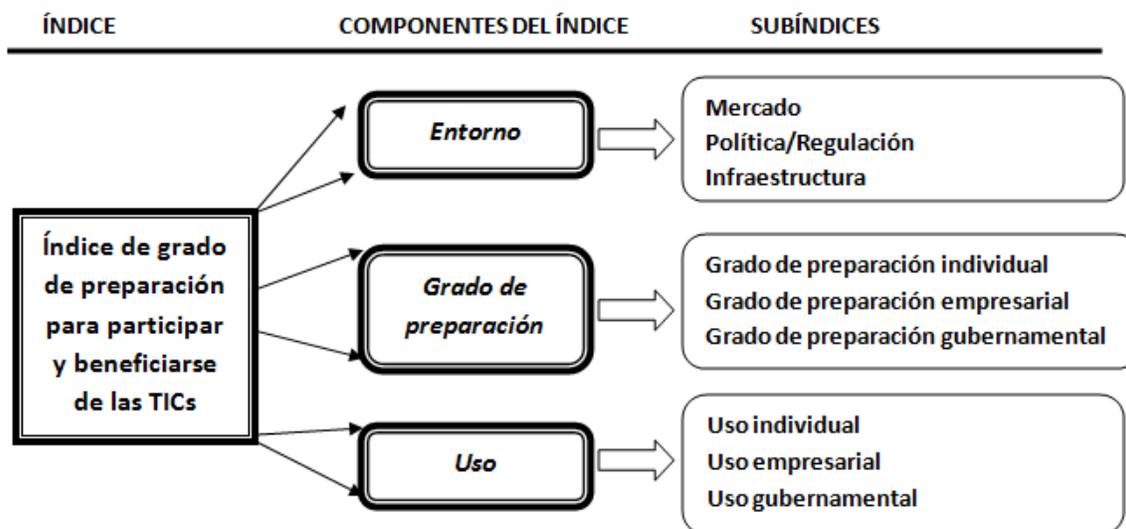
- Mapeo de fincas
- Diagnóstico de enfermedades
- Control, calibración y medición de volúmenes de riego.
- Mapeo de suelos con el uso de sensores electrónicos y sistemas de GPS.
- Mapas de rendimiento.

- Sistemas Integrados de Control de Plagas, con base de datos y recomendaciones precisas.
- Sistema de registro y consulta de información meteorológica, aplicados a la agricultura.
- Administración de la finca agropecuaria (personal, planillas, clientes, proveedores, productos, contabilidad).
- Planificación de sistemas de cultivo, explotaciones pecuarias o forestales.
- Inventarios, registros de almacén y existencias.
- Elaboración de inventarios forestales.
- Planes de fertilización en base a requerimientos nutricionales y disponibilidad de nutrientes.
- Cálculo de raciones alimenticias en explotaciones ganaderas.
- Programas de topografía y uso de tierras.

#### **5.10 GRADO DE PREPARACIÓN PARA APROVECHAR Y BENEFICIARSE DE LA INFORMÁTICA Y LAS TIC POR PARTE DE LAS EMPRESAS AGRÍCOLAS**

El índice de preparación para aprovechar y beneficiarse de las TICs, de acuerdo con un estudio realizado en 2005 y publicado con el apoyo de la Organización de Estados Americanos y el Banco Interamericano de Desarrollo, en donde se consideraron 102 países y se evaluaron 48 variables; busca captar el grado de preparación de un país para participar y beneficiarse de los desarrollos de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs), y está basado en la premisa de que hay tres diferentes **tomadores de decisión** en este campo: las personas o individuos, las empresas y el gobierno. (*Monge, R.; 2005*)

Este estudio permite evaluar las áreas claves donde los países deben trabajar si desean participar y beneficiarse del desarrollo de las TICs, al compararse con otros países de similar nivel de desarrollo, con los líderes de la economía basada en el conocimiento o con sus principales competidores.



**Figura 1.** Áreas fundamentales componentes del índice del grado de preparación para participar y beneficiarse de las TICs.

Fuente: The Global information Technology Report 2003-2004. World Economic Forum/INSEAD/infoDev.

En la figura 1 se presentan tres áreas fundamentales o componentes del índice que evalúa el grado de preparación para participar y beneficiarse de las TICs, siendo estos el entorno, el grado de preparación y el uso.

El componente del entorno se orienta a evaluar si el desarrollo del mercado, principalmente en lo referente a las telecomunicaciones ofrece las oportunidades que permitan a las empresas incorporar y beneficiarse de estas tecnologías, en cada país; así también evalúa si las políticas y regulaciones se orientan a fomentar estas tecnologías y si la infraestructura presente puede soportarla.

En relación al componente de grado de preparación, se evalúan las capacidades de los principales agentes de la economía para aprovechar la tecnología. En este sentido es importante considerar el grado de preparación de las personas con respecto a los conocimientos y habilidades para el uso efectivo de las tecnologías así como la preparación que las empresas presenten y el uso de las TICs por parte del Gobierno en sus procesos y prestación de servicios.

Por último, el componente de uso intenta medir el **grado de uso** de las TICs por parte de los principales tomadores de decisión en una economía (individuos, empresas y gobierno).

En el estudio citado, el Índice del grado de preparación para participar y beneficiarse de las TICs muestra la posición relativa de los 102 países que fueron considerados; y como referencia se seleccionan algunos de los países con su índice respectivo; entre ellos están: Estados Unidos (1), Canadá (6); Chile (32), Costa Rica (49), Guatemala (86), Nicaragua (94) y Honduras (98).

## **5.11 SOFTWARE PARA LA AGRICULTURA**

Existen cientos de aplicaciones y programas específicamente diseñados para las empresas agrícolas, algunos son de carácter general e integrado, con módulos organizados para diversas tareas o actividades de la finca y otros son diseñados específicamente para atender ciertas aplicaciones de una manera más dirigida y especializada. A continuación se enlistan algunos de ellos solamente como referencia, de la gran cantidad y diversidad presente en el mercado. En los casos en donde se presenta referencia de información sobre los costos de inversión para los diferentes sistemas, éstos se expresan en montos en dólares estadounidenses, debido a la dinámica de variación constante en las tasas de cambio para la moneda nacional.

**AGRISOFT®:** Programa para registro y control en fincas agrícolas, que incluye componentes como: nóminas, control de fincas (ingresos, gastos y rendimientos), almacén (artículos, clientes, proveedores, facturas), partes, contabilidad. Este programa tiene un costo equivalente aproximado en mercado en línea desde \$280.00 a \$750.00 por aplicación para una finca pequeña con versiones de prueba previas y servicio de mantenimiento.

**AGROSIGA®:** Sistema Integral de Gestión Agropecuaria que permite realizar una planificación, gestión y administración de empresas agropecuarias de manera simple y flexible. Brinda una solución Informática 100% enfocada al sector agropecuario.

Presenta varios módulos, como: Módulo de empresas, módulo de compras, módulo de de labores a terceros, módulo contable, módulo de stock, módulo de planificación agrícola, módulo de gestión ganadera, módulo de registro de datos.

**AGRITEC SOFTWARE®:** Aplicaciones informáticas dedicadas fundamentalmente a la gestión y manejo de empresas de ganadería. Comprende varios módulos: Porcitech, Vaquitech, Cunitech, Ovitech, destinados particularmente a empresas de porcinos, ganado vacuno, conejos y ovejas. Este software presenta versiones libres, de prueba y al adquirirlo el costo varía según el tipo de explotación, por ejemplo; Porcitech para cubrir hasta 250 hembras tiene un costo de \$225.00 más gastos adicionales., Vaquitech Enterprise para hasta 1000 hembras tiene un costo de \$550.00 más gastos adicionales.

**AGROLABORATORY®:** Software de aplicación en cálculos y aplicaciones de fertirriego, muy completo, evalúa dosis de fertilizantes en diferentes combinaciones y frecuencias y láminas de la aplicación del fertirriego. Presenta tres herramientas de aplicación: Fertirrega, Irri System e Irri Manager. El sistema puede probar todo tipo de combinaciones de fertilizantes, aumentar caudales, variar tasas de inyección, adicionar ácidos, cambiar de agua en términos químicos etc. El poderoso motor de cálculo del sistema le devolverá instantáneamente el análisis preciso de todas las alteraciones que fueron introducidos (pH, p[H], cE, viabilidad económica, relación de nutrientes, etc. ). Este software posee una versión gratuita funcional descargable en línea con su manual de instrucciones.

**AGROCOSTES®:** Es un programa que tiene el objetivo de ayudar al agricultor a determinar los costes de producción de los cultivos en las explotaciones agrícolas, facilitando las a veces complejas operaciones que permitirán conocerlos. Si bien este objetivo es la razón de ser del programa, y teniendo en cuenta que para conocer los costes de producción hay que introducir una serie de datos relativos a las horas trabajadas, a los tratamientos efectuados, a la maquinaria utilizada, y a los gastos e ingresos que se producen como consecuencia de la explotación. AgroCostes también obtiene otros datos adicionales que pueden ser de gran ayuda en el área de recursos humanos y en la de normativa agrícola, trazabilidad, etc. Este programa puede descargarse de Internet y su costo de licencia es de aproximadamente \$550.00.

**AGROWIN®:** es un sistema integrado para administración de fincas que le permite al agricultor optimizar la evaluación, el control y la toma de decisiones a nivel de las diferentes actividades productivas, mediante una herramienta técnica, financiera y administrativa. Utiliza un esquema de registro de información muy sencillo, de tal forma que se convierta en un instrumento fácil de utilizar y ágil en el seguimiento y toma de decisiones basadas en la información oportuna y actualizada de la finca. Este software tiene varias versiones dependiendo del tipo de finca para el que se utilice y las aplicaciones que se manejen en la finca, variando su costo entre \$160.00 dólares norteamericanos por la versión con licencia anual empresarial hasta \$2700.00 por la licencia profesional propietario.

**AGROBIT TRZ®** Software que administra información cronológica y geo referenciada de las actividades agrícolas y ganaderas desde el origen de las mismas hasta el destino final de la producción contemplando la planificación y el control, siguiendo estándares que ayuden a la certificación de origen y calidad de los productos. El programa agiliza la operación y organiza la gestión del sistema productivo sin la necesidad de tener que contar con una PC en el lugar de trabajo, ya que la información obtenida está disponible en cualquier momento y desde

cualquier lugar, permitiendo además realizar transacciones a través de equipos móviles. Este software tiene un costo aproximado de \$1200.00

**CONTABILIDAD GL®** es un programa realizado con la finalidad de proporcionar a un gran número de usuarios que requieren para sus Micros, Pequeñas, Medianas o Grandes Empresas y Negocios de un programa de contabilidad con el cual poder llevar todas las operaciones y registros de esas empresas de una manera amigable, eficiente, confiable y rápida. Lo más característico de Contabilidad GL es que ha sido diseñado bajo una interfaz sencilla e intuitiva con el propósito de facilitarte el trabajo al máximo a los usuarios con poca experiencia. Este software constituye un **sistema gratuito** de contabilidad de costos.

**FARMWORKS®** FarmWorks es un software para procesar mapas de rendimiento, el mismo en sus nuevas versiones posee una amplia compatibilidad con los monitores de rendimiento que hay en el mercado, provee de mapas posicionados con coordenadas reales gracias a su posibilidad de calibrarlos con datos de GPS. El programa tiene la capacidad de trabajar con varios niveles del mismo sitio, por ejemplo, mapas de rendimiento, programación de siembra y mapa de suelo del mismo lote, además de acoplarse con Farm Trac para el control de gestión agrícola.

**GEOAGRO GIS®** Software que brinda servicios para facilitar la agricultura de precisión, y apoyar la gestión agronómica en general. Los servicios de información consisten en el procesamiento de datos provistos desde satélites (sensores remotos), o desde maquinarias, para brindar en forma precisa y oportuna información detallada del campo. La **Información del establecimiento** genera el mapa base de la finca, incluyendo lotes, imágenes satelitales, índices verdes, suelos y topografía. Un **Mapa de productividad permite conocer** la variabilidad de la finca, punto de partida para la gestión por ambientes productivos y la implementación de agricultura de precisión. El **Mapa de rendimiento permite** visualizar punto a punto y por ambiente los rindes obtenidos, así como

también verificar la calidad del trabajo de cosecha, tales como la velocidad de pasada o superposiciones. La generación de un índice verde actualizado es un método eficaz para monitorear el estado la finca durante distintas etapas de crecimiento de cultivo, permitiendo detectar posibles requerimientos de fertilizantes, o evaluar respuesta de insumos o ambientes.

**GESGAN 3.1®** es una aplicación de gestión de ganaderías que simplifica las tareas cotidianas de administración con las que se enfrentan los propietarios de ganado. Es una aplicación orientada principalmente al ganado vacuno, pudiéndose aplicar fácilmente a otros tipos de ganado. El programa permite llevar un estricto control de los animales, con los datos asociados a cada animal e incluso podrá introducir una fotografía del animal para poder consultarla posteriormente junto con el resto de datos. Gesgan 3.1 tiene un costo que varía desde \$310.00 de la versión profesional para una explotación a \$480.00 para la versión avanzada para una explotación.

**INFOTAMBO®:** El programa Infotambo es un software destinado a llevar un control en el manejo productivo y reproductivo de hatos lecheros. Es un programa que funciona en entorno Windows. Está desarrollado en Visual Basic, aprovechando la tecnología de este lenguaje para el manejo en Windows. Es un software adecuado tanto para productores lecheros como para veterinarios, ya que puede manejar tanto uno como varios rodeos lecheros, y al ser configurable el usuario puede personalizar los datos que desea llevar. Emite listados de información sobre: Parámetros reproductivos del hato, vacas a parir, vacas a secar, vacas a tacto, vaquillonas a entorar o tactar, vacas repetidoras, resumen de controles, borrador de control lechero, existencia de animales, cambios de lote, existencia de semen. Este software tiene un costo de \$520.00 para una explotación o un hato, \$630.00 para 3 hatos y \$750.00 para diez hatos.

**LEADING TEC®:** Software agropecuario Integrado que cubre todas las actividades rurales de producción más la gestión administrativa, stocks, compras de insumos, planes de siembra, finanzas y contabilidad. Facilita la administración y el control de gestión de empresas agrícolas, ganaderas, frutihortícolas, de productos alimenticios y/o agroindustriales. El costo de la aplicación depende principalmente de La cantidad de usuarios del sistema, la complejidad administrativa de la organización, la cantidad de empresas que se quieren manejar, las diferentes actividades de cada empresa, las diferentes localizaciones de las unidades productivas, la cantidad y nivel de los recursos que deben soportar la solución, y la cantidad de módulos del sistema que se requieran

**PIG EVOLUTION®:** Programa de gestión para empresas de porcinos. Permite recopilar y gestionar datos sobre reproductoras y animales de engorde, con más de 60 informes gestión y manejo de reproductoras, engorde, alimentos, económicos y otros.

**SCADA®:** No consiste en una aplicación individual sino en un grupo de programas destinados a la agricultura de precisión basados en la georreferenciación. Estas aplicaciones de software especialmente diseñadas para funcionar sobre computadoras en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla de la computadora. También provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros usuarios supervisores dentro de la empresa (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.).

**VISUAL TAMBO®** es un sistema de información desarrollado por **VISUAL Systemas** que brinda una perfecta imagen de lo que está ocurriendo en una explotación de tipo lechero y/o de cría, permite tomar decisiones con mayor seguridad, aumentar la productividad y lograr un manejo individual y grupal de los animales que componen dicha empresa. Está orientado a productores, médicos

veterinarios que asesoran a productores y agrupaciones de productores o cooperativas. Registro de eventos como partos, celos, servicios, secadas, abortos, enfermedades reproductivas, estado corporal, vacunaciones, perfil productivo, gráfico de producción total mensual, ranking de vacas en ordeño por producción y otros parámetros.

## **5.12 LA E-AGRICULTURA Y EL COMERCIO ELECTRÓNICO PARA EMPRESAS AGRÍCOLAS:**

La e-Agricultura es una nueva área que promueve la agricultura sostenible y la seguridad alimentaria a través de mejores procesos para acceder e intercambiar conocimientos, mediante el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) (*E-agriculture; 2008*). En la actualidad existen en el mundo nuevos sistemas digitales para compartir información sobre los mercados e innovaciones en el sector agrícola, si bien la mayoría de tales sistemas no está al alcance de los agricultores pobres de los países en desarrollo. Hoy las modernas Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) pueden y deben ser un agente clave en la transformación de la vida de la gente, al poder proporcionar un mayor acceso a la información y un más amplio intercambio de conocimientos.

El desarrollo de la economía de países agrícolas y particularmente el desarrollo de las comunidades rurales y sociedades agrícolas podrá ser impulsado en un futuro inmediato a través del avance de factores como: el acceso a los mercados agrícolas, las prácticas agrícolas mejoradas y la información meteorológica disponible, entre otros elementos. Es necesario entonces invertir y fomentar políticas que promuevan la transferencia de la información por medios que van más allá de los tradicionales que han sido utilizados en décadas pasadas; entre estos elementos se pueden mencionar particularmente: el rediseño de la información técnica dirigida a los agricultores y el hacerla accesible a los idiomas locales, los canales de información técnica que ya existen deberían integrarse a

nuevas tecnologías de comunicación que sean accesibles a los agricultores, en todos estos sistemas es necesario desarrollar una sustentabilidad financiera.

El **comercio electrónico** se define como cualquier forma de transacción o intercambio de información comercial basada en la transmisión de datos a través de redes de comunicación como Internet, por lo que no sólo incluye la compra y venta electrónica de bienes, información o servicios, sino también el uso de la red de Internet para actividades anteriores o posteriores a la venta, como la publicidad, la búsqueda de información comercial (productos, proveedores, etc.), la negociación entre comprador y vendedor, la atención al cliente y el cumplimiento de trámites administrativos relacionados con la actividad comercial (*Britz, J.; 2001*). Gracias al costo mínimo que implica, hasta la empresa más pequeña puede llegar a clientes de todo el mundo con sus productos y mensajes.

En la relación que se ha establecido históricamente entre los productores primarios de la agricultura y los consumidores finales, los canales de la comercialización no siempre han sido eficientes y algunas veces se ha criticado la desproporcionada tasa de ganancia que corresponde a los intermediarios en la distribución de las utilidades que genera este sistema de comercio. En la historia de las relaciones de los mercados agrícolas se observaba hace mucho tiempo (y aún se observa en muchos lugares), la necesidad de los pequeños agricultores de acudir una vez por semana a vender su producción de vegetales, frutas o cereales o cualquier otro producto agrícola. Tiempo después aparecieron los intermediarios, que ofrecían al productor la posibilidad de ahorrarse el viaje a la ciudad a cambio de obtener un mejor precio, y todos ganaban. Con el tiempo **la figura del intermediario se hizo indispensable** y en algunos casos llegó a observar un nivel de participación que le permite proponer los precios y condiciones que los agricultores deben aceptar si realmente desean vender su producto; sin embargo, también es necesario aclarar el importante papel que estos agentes de comercio han jugado, aportando sus habilidades y destrezas al proceso del comercio en la agricultura y asumiendo la mayoría de riesgos que implica el proceso, que los

agricultores generalmente no están dispuestos a asumir o emplear en ello su tiempo y recursos. Esta situación puede variar, simplificando en algunos casos el proceso y reduciendo el número de intermediarios con las nuevas estrategias de economía y comercio que involucran las nuevas tecnologías de información y comunicación; a través del comercio electrónico.

Todo este sistema presenta un potencial increíblemente beneficioso tanto para los pequeños y medianos agricultores como para los consumidores finales; y si bien es cierto que es posible que para los pequeños agricultores de regiones marginales sea relativamente difícil integrarse individualmente a un sistema de comercio electrónico sofisticado, también es cierto que esta situación si es bien orientada, promoverá significativamente la organización de pequeños agricultores en cooperativas y empresas que incidan significativamente en el desarrollo de las áreas rurales de Guatemala.

De acuerdo con los agentes participantes en la relación comercial, existen dos tipos básicos de comercio electrónico (*Britz, J.; 2001*):

**B2B (*Business To Business*)**. Consiste en el intercambio de información entre empresas, con el objetivo de buscar clientes o proveedores y mejorar la eficiencia en los procesos, aumentando la coordinación entre los distintos eslabones de la cadena de producción. Esta funcionalidad del comercio electrónico, es la más ampliamente utilizada en la cadena agroalimentaria.

**B2C (*Business To Consumer*)**. Se realiza entre una empresa y el consumidor final. El proveedor expone los productos para que los clientes puedan realizar sus compras a través de Internet. Se trata básicamente de la traslación del comercio minorista a Internet. En el sector agrícola, aunque esta posibilidad existe, sobre todo para productos muy especializados, no parece actualmente muy viable, ya que el productor está muy alejado del consumidor. El paso lógico pareciera ser empezar por el B2B para luego emplear el B2C.

### **5.13 BENEFICIOS Y BARRERAS DEL COMERCIO ELECTRÓNICO:**

Con el comercio electrónico, surge un nuevo modelo de negocio, donde los mercados virtuales son los intermediarios que ponen en contacto la oferta con la demanda a través de Internet. Dichos mercados reúnen toda la información en un mismo lugar, haciéndola accesible a todos los actores, agilizando las relaciones entre agentes y reduciendo significativamente los costes asociados con la compraventa de bienes y servicios.

El comercio electrónico también favorece el desarrollo de una serie de servicios adicionales de gran importancia para las empresas, como actividades logísticas, gestión de almacenes, aprovisionamiento, transporte o gestión y planificación de procesos y de recursos humanos.

Algunos beneficios y barreras de la implantación del comercio electrónico frente al comercio tradicional se presentan a continuación (*Bermejo, A.; 2004*).

#### **Beneficios**

- El comercio electrónico reduce costos. Proporciona una mayor eficiencia en la gestión de los sistemas de aprovisionamiento y distribución. Las órdenes se generan automáticamente, por lo que el sistema pasa a ser independiente.
- Las TIC permiten aunar toda la información en un mismo lugar, brindando acceso a la misma en cualquier momento y desde cualquier lugar.
- Las TIC facilitan la fluidez, rapidez y coordinación en las relaciones cliente/proveedor, favoreciendo la integración de la cadena de valor. Disminuye el papeleo y el tiempo de solicitud y entrega de productos.
- Ofrece la posibilidad de aumentar la cuota de mercado, al ampliarse el público objetivo.

- Favorece la diversificación económica del medio rural (comercialización de productos autóctonos, difusión de información local, etc.) gracias al desarrollo de nuevas formas de comunicación entre los diferentes agentes socioeconómicos de la cadena de producción.
- El sector agrícola ha demostrado una gran capacidad exportadora y habilidad en la gestión de la logística, que podría verse optimizada con el uso de las TIC.

### **Barreras**

- Falta de confianza en la seguridad a la hora de realizar las transacciones.
- Desconfianza de los usuarios, debido a la carencia de información detallada y precisa sobre la utilización, implicaciones y beneficios del comercio electrónico.
- Carencia de infraestructuras para favorecer la accesibilidad a esta tecnología a través de Internet.
- En el mercado agroalimentario no sólo es importante ver un producto, sino también olerlo o probarlo, con el fin de comprobar la calidad del bien adquirido.
- Asimismo, el contacto personal en las relaciones comerciales es de gran importancia. Resulta muy difícil satisfacer ambas necesidades a través de Internet, lo que provoca ciertas reticencias.
- Fuerte resistencia a los cambios existente en el sector.
- Experiencias malas obtenidas en ocasiones por los participantes del proceso, en donde se han registrado fraudes, robos o engaños hacen evidente la necesidad de mejorar los sistemas de seguridad y capacitación sobre el uso seguro de los sistemas.

#### **5.14 ALGUNAS INTERROGANTES Y CONSIDERACIONES FINALES SOBRE COMERCIO ELECTRÓNICO EN LA AGRICULTURA:**

El advenimiento del comercio electrónico en la agricultura plantea muchas preguntas: ¿Qué modelos de negocio e-comercio son los más adecuados para que los mercados agrícolas? ¿Cuál es el impacto del comercio electrónico en las explotaciones agrícolas, las empresas de agro negocios, los mercados, y las comunidades rurales? ¿Solamente habrá ganadores, o también existirán perdedores en este proceso? Si es así, ¿quiénes serán? Y ¿Qué acciones van a realizar los gobiernos para impulsar el comercio electrónico en la agricultura?

Dado que el comercio electrónico aún está en evolución, es demasiado pronto para obtener respuestas definitivas. Una inspección de las prácticas actuales, sin embargo, sugiere los distintos patrones agrícolas que están surgiendo en el comercio electrónico y lo que vemos ya puede ayudar a predecir la evolución futura y las repercusiones de esta nueva forma de hacer negocios.

Un estudio elaborado por *AmericaEconomia Intelligence* (Sandoval, Y.; 2008), reveló que el comercio electrónico en la región de Latinoamérica creció 40% durante 2007, alcanzando 10 mil 900 millones de dólares. El estudio, realizado en 17 países, concluyó que a pesar de este crecimiento, el canal no ha alcanzado un estado de madurez en América Latina y el Caribe, el cual solamente representa el 0.32% del producto interno bruto (PIB) de la región.

En mercados maduros como el de Estados Unidos, el comercio electrónico constituye un 0.98% del PIB del país. El informe señala que Chile mostró un salto de 183% entre 2005 y 2007, solo superado por Venezuela, que experimentó un crecimiento de 224%. En tanto, México se posiciona como el tercer país de Latinoamérica en crecimiento del comercio electrónico, con un alza de 143%, y en cuarto lugar Brasil con un 116%. Brasil es el mayor actor regional en este canal de comercio, con cerca del 45% del total del dinero gastado en consumo electrónico

de la región. El estudio estima que para el año 2010 la cifra se ubique cerca de los 30 mil millones de dólares. (*Sandoval, Y. 2008*).

La participación en el comercio electrónico exige que tanto los compradores como los vendedores tengan acceso a Internet, y que sean capaces de utilizar el hardware y el software de manera eficaz. Además, para que sea funcional el comercio electrónico en la agricultura se necesita que los actores puedan operar al menos una parte en la transacción en un sitio web.

La mayoría de las veces el sitio web está gestionado por la parte más especializada en un determinado tipo de operación, tales como los vendedores de insumos agrícolas o de los compradores de los productos agrícolas. La parte menos especializados, como los agricultores, sólo necesitan tener acceso a la Internet a fin de participar en el comercio electrónico en la web (*Mueller, R.; 2000*).

## **5.15 LA TRAZABILIDAD AGRÍCOLA**

La trazabilidad se define como: *“la posibilidad de encontrar y seguir el rastro, a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución, de un alimento, un pienso, un animal destinado a la producción de alimentos o una sustancia, destinados a ser incorporados en alimentos o piensos o con probabilidad de serlo”* (*Bermejo, A.; 2004*).

Un sistema de trazabilidad debe extenderse a toda la cadena de valor y en consecuencia, debe comenzar en el nivel de producción primaria, ya sea agricultura, ganadería o pesca y recorrer todos los eslabones de la cadena recopilando, almacenando y transmitiendo los datos, hasta llegar al consumidor final. Si el sistema falla en algún eslabón, la trazabilidad se pierde, y con ella la posibilidad de llegar hasta el origen del producto.

La participación de distintos agentes requiere la adopción de un método global, aplicado a todos los productos y lotes, con el fin de poder realizar una identificación única e inequívoca, garantizando registros exactos y una relación entre éstos, así como una adecuada comunicación hacia clientes y proveedores, sin olvidar los demás agentes relevantes dentro de la cadena de abastecimiento.

Los productos agrícolas no son diferentes a los otros alimentos y los compradores están exigiendo cada vez más seguridad y calidad garantizada. Estas dos características, las proporciona la trazabilidad.

La trazabilidad constituye una herramienta para mejorar la Seguridad Alimentaria. No es que la trazabilidad garantice la seguridad, sino que constituye una herramienta de gran utilidad, que reduce los riesgos y favorece una rápida y efectiva reacción en caso de detectarse una alerta, generando de ese modo, mayor confianza en el consumidor.

La trazabilidad conlleva una garantía de Calidad Alimentaria. Conocer todas las etapas de producción de un alimento, permite disponer de valiosa información sobre cómo ha sido producido, con qué productos ha sido tratado, quién lo ha envasado y transportado, o cómo ha sido conservado y comercializado. Esta información genera en el producto, un valor añadido y diferenciador.

A partir de 2005, la Unión Europea considera obligatoria la trazabilidad para todos los productos alimentarios, es decir, la obligación de seguir el rastro de un producto “de la granja a la mesa” o “del campo a la mesa” (*Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2007*). Las empresas deben ser capaces de:

- Identificar quién les ha suministrado y a quién han suministrado (proveedores y clientes) un determinado producto/insumo.

- Etiquetar o identificar adecuadamente los productos para facilitar la trazabilidad. Por tanto, un sistema “mínimo” de trazabilidad debe garantizar la procedencia y características de ingredientes, aditivos, envases o componentes.

Finalmente es conveniente entonces tener claridad en relación a las bondades que la trazabilidad ofrece y además debe tenerse en cuenta que la trazabilidad es un proceso ya exigido para productos agrícolas y ganaderos por muchos mercados globales, por lo que si se desea participar de estos mercados, se debe empezar a trabajar ya en estos procesos o mejorarlos y retroalimentarlos en las empresas que ya están incorporándolos a su producción. Debe entenderse que la información clara y efectiva es la base de los procesos de trazabilidad y la informática y las tecnologías de la comunicación son entonces esenciales para poder realizar dichos procesos.

## 5.16 VENTAJAS DE LA TRAZABILIDAD

La trazabilidad esencialmente es una herramienta de gestión y comunicación de información que permite tener disponible la información relativa a productos y procesos a lo largo de toda la cadena de alimentación. Su implantación presenta las siguientes ventajas.

### 1. A los **productores, cooperativas y distribuidoras** les permite:

- Mejorar la seguridad de los productos, ya que en caso de existir un lote problemático se puede localizar rápidamente, de manera que el resto de la producción no se vea afectada.
- Demostrar y certificar la calidad de los productos y sus marcas.
- Cumplir las exigencias legales.
- Adquirir ventajas competitivas gracias a que la trazabilidad favorece la integración de procesos, mejora en la gestión de almacenes o permite crear registros de calidad de los proveedores.

- Por tanto, la trazabilidad debe verse como una herramienta que proporciona valor a la empresa, y no sólo como un mero costo (*Bermejo, A.; 2004*).

**2.** A las **autoridades sanitarias** les permite inmovilizar rápidamente los productos inseguros para retirarlos del mercado si es necesario. Así mismo, siguiendo el rastro del producto afectado, permite descubrir y combatir la causa que ha originado esa inseguridad.

**3.** A los **consumidores** les da tranquilidad ante una alerta alimentaria y certificación de la calidad del producto. La disponibilidad de información sobre el producto que se adquiere, facilita la realización de la compra, ya que proporciona un completo conocimiento de las características y tratamientos que ha seguido ese producto, lo que revierte en una comprobación de la calidad del mismo.

## VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la metodología utilizada en el estudio, sustentada en la recopilación de información de relevancia, consulta de fuentes primarias, y el análisis de toda la información obtenida, correlacionada con las experiencias y la interpretación de las condiciones de Guatemala, se presentan los siguientes resultados:

### 6.1 CONDICIONES EN GUATEMALA

La información primaria sobre la utilización de sistemas informáticos en empresas de carácter agrícola, tal y como se describe en la metodología del trabajo, fue obtenida mediante la realización de una encuesta, para ello se seleccionó una muestra aleatoria de 115 empresas, utilizando un nivel de confianza mínimo del 95%. Las empresas que fueron encuestadas se hallan distribuidas a nivel nacional; la encuesta se realizó utilizando una boleta específica elaborada para este propósito, la cual se muestra en el anexo 2. La información fue complementada con entrevistas exploratorias, realizadas con profesionales de la agronomía, mediante cuestionarios que se distribuyeron por correo electrónico utilizando una lista de referencia disponible.

El marco de muestreo para el presente estudio se conforma por empresas agrícolas formalmente establecidas, definiéndose como empresa, la *"entidad que mediante la organización de elementos humanos, materiales, técnicos y financieros proporciona bienes o servicios a cambio de un precio que le permite la reposición de los recursos empleados y la consecución de unos objetivos determinados"* (García, J.; 2000).

La distribución de las empresas agrícolas seleccionadas en la muestra, de acuerdo a la actividad específica realizada, se presentó de la siguiente manera: 23 empresas (20%) dedicadas a la producción agrícola con destino principal al

mercado local; 43 empresas (37.38%) dedicadas a la producción agrícola con destino principal hacia el mercado de exportación; 15 empresas (13.04%) dedicadas a la explotación pecuaria o ganadera; 10 empresas (8.69%) dedicadas a la explotación forestal; 14 empresas (12.17%) dedicadas a la prestación de servicios agrícolas o pecuarios; 4 empresas (3.48%) consideradas como empresas mixtas, dedicadas a 2 o más de las actividades anteriores y 6 empresas (5.21%) dedicadas a otras actividades relacionadas con agricultura pero sin considerarse dentro de las anteriores.

Cuadro 2 Distribución de las empresas agrícolas encuestadas, en base a la actividad específica que desarrollan.

<b>ACTIVIDAD ESPECÍFICA</b>	<b>No. DE EMPRESAS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Producción agrícola con destino principal al mercado local	23	20%
Producción agrícola con destino principal al mercado de exportación	43	37.38%
Explotación pecuaria o ganadera	15	13.04%
Explotación forestal	10	8.69%
Prestación de servicios agropecuarios	14	12.17%
Empresas mixtas (2 ó más actividades anteriores)	4	3.48%
Otras actividades relacionadas con agricultura	6	5.21%

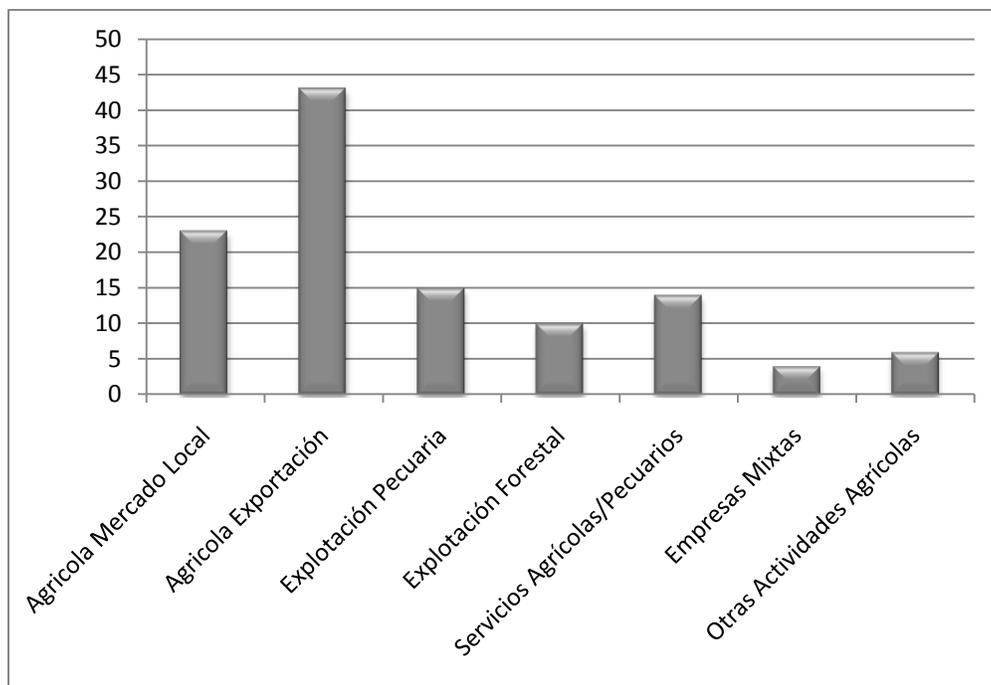


Figura 2: Distribución de empresas agropecuarias incluidas en el estudio, de acuerdo a la actividad principal realizada.

La figura 2 muestra la inclusión de empresas de diferente actividad específica, dentro del sector agrícola en general, lo que de alguna manera resulta interesante, al obtener información sobre el uso, la importancia y las limitaciones que estas empresas muestran frente a las nuevas tecnologías de la información y a las aplicaciones que la informática representa en cada caso.

En relación al área destinada a la producción, para las empresas de producción, el rango fue muy variado, desde empresas que ocupaban para su producción 1 hectárea o menos, por ejemplo en el caso de empresas de viveros hasta empresas con registro de área para la producción de 20 y 35 caballerías para fincas muy grandes; algunas empresas encuestadas tienen registro de formación de más de 100 años y otras son más recientes, hasta uno o dos años de fundación.

De las empresas involucradas en el estudio, el 95% poseen al menos una computadora de escritorio, que usan para tareas relacionadas con la empresa, con una variación de 1 hasta 180 computadoras y un promedio de 12 computadoras por empresa; en relación a computadoras portátiles para uso de trabajo, el 60% de las empresas poseían al menos una computadora portátil, con variación desde 1 hasta 60 computadoras y un promedio de 3 computadoras por empresa.

La situación reflejada en los datos anteriores, indica el hecho real, que la gran mayoría de empresas agrícolas en Guatemala han incorporado dentro de sus actividades productivas y administrativas el uso exploratorio o intensivo de sistemas de informática y se están beneficiando del empleo de esta tecnología en sus labores.

En relación a uso de sistemas de red dentro de la empresa para la comunicación de información de carácter interno o externo, un 45% de las empresas encuestadas poseen una red LAN de computadoras para el servicio dentro de la empresa, con un promedio de 8 computadoras en red por empresa.

En cuanto al uso de Internet y Correo Electrónico, se encontró que el 72% de las empresas hacen uso de este servicio, con al menos una computadora conectada. Se determinó también que el 27% de las empresas tienen su propia página Web, la mayoría de reciente creación por lo que se considera esto como una tendencia actual que busca mejorar la imagen de la empresa, así como explorar la oportunidad de nuevos negocios y mayor crecimiento.

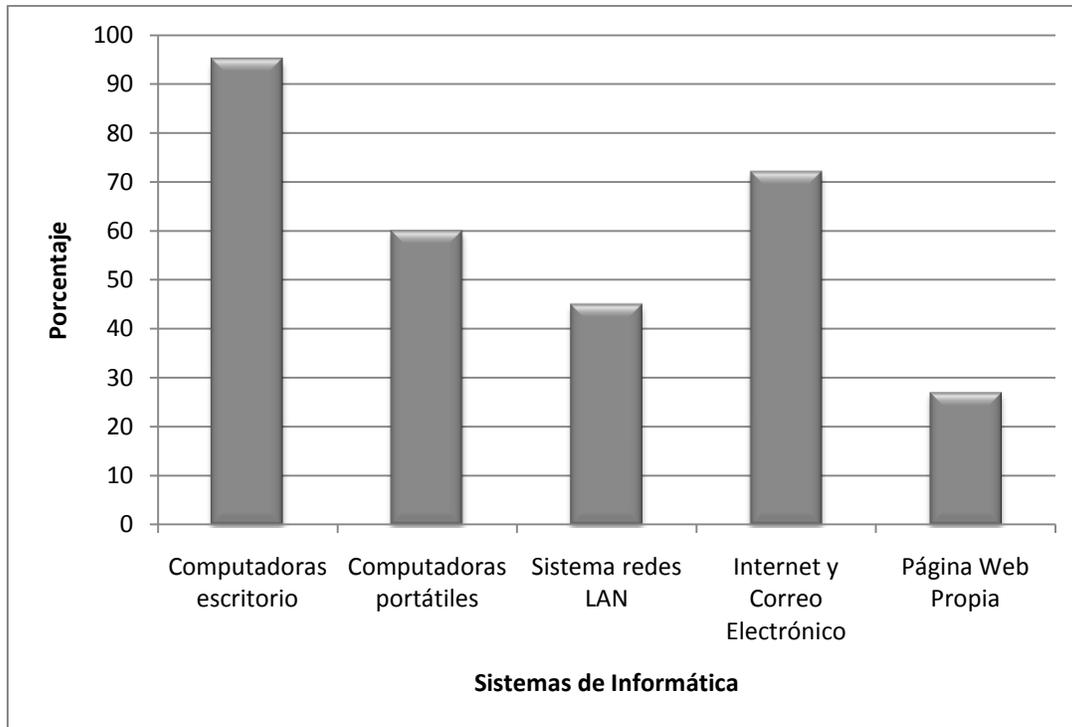


Figura 3. Porcentaje de empresas en estudio, con uso de tecnología básica de informática y sistemas de comunicación e información.

El uso simple de paquetes de oficina para el trabajo de la empresa agrícola, está reportado que el 95% de los encuestados emplean un Procesador de Textos, el 97% hacen uso de una hoja electrónica para sus tareas y el 56% emplean de alguna forma un Sistema de Administración de Bases de Datos.

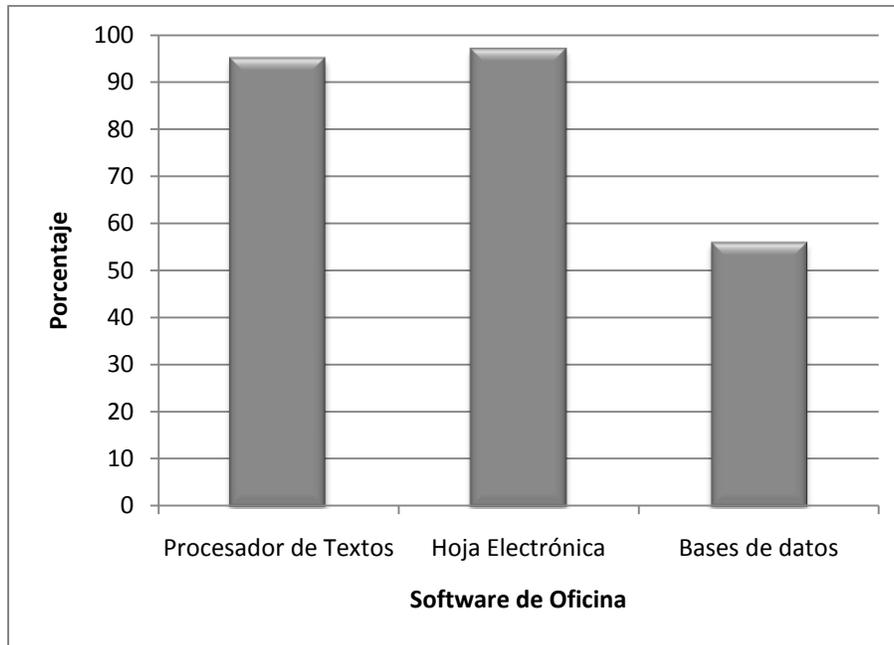


Figura 4. Porcentaje de empresas con uso de informática en paquetes de oficina.

El 63% de las empresas encuestadas utilizan sistemas de gestión y registro de información referida a aplicaciones de contabilidad, control de almacén o inventarios; de las empresas que utilizan este tipo de aplicación, 29% utilizan el programa Excel para este propósito, 16% utilizan una aplicación propia, generalmente realizada por encargo sobre un sistema informático de administración de bases de datos y el 55% utilizan aplicaciones del mercado de software como: ASPEL, SCORPIO, Agrismart, Escafi Base de Datos y otros.

El uso de sistemas informáticos para registros comerciales, como facturación, cobros, pagos a proveedores o registro de clientes, es practicado por el 46% de las empresas encuestadas. Del total de las empresas que utilizan estos sistemas, el 25% emplean una aplicación del programa Excel ajustada a sus propósitos específicos, 21% utilizan aplicaciones propias desarrolladas internamente o por encargo y 55% utilizan aplicaciones de software específico para estas tareas.

En relación a registros y control de personal, el 59% de las empresas agrícolas encuestadas utilizan algún recurso de computación para manejar su información.

De estas empresas el 44% utilizan la aplicación del programa Excel para sus registros, 19% utilizan recursos de software elaborados por la misma empresa o por encargo y 37% utilizan software específico existente en el mercado como SCORPIO, Compuagro, Agrismart, bases de Oracle y otros.

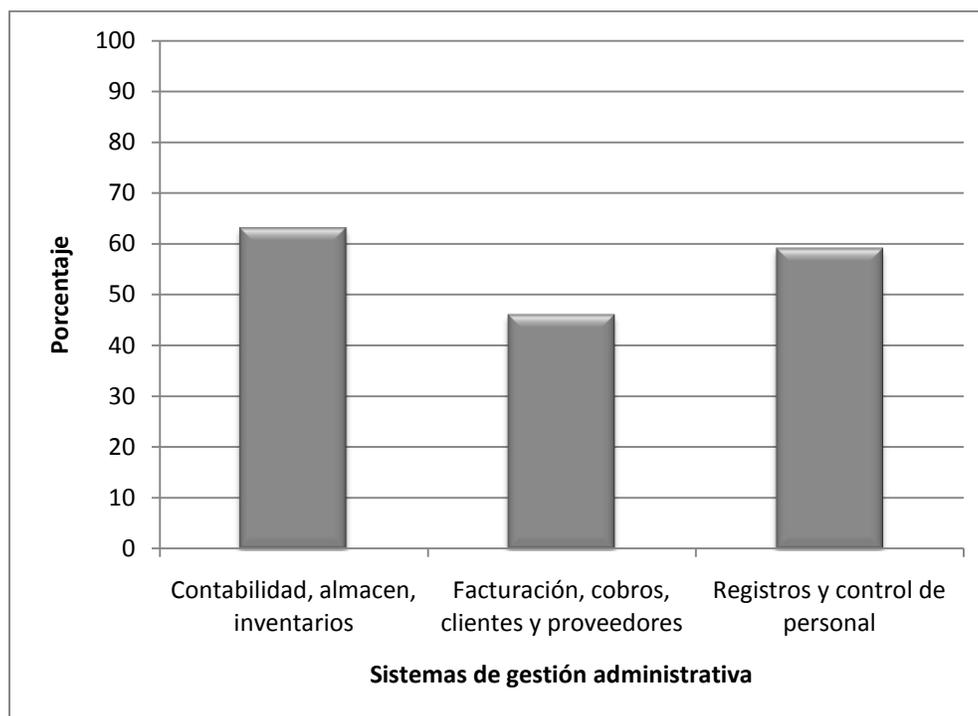


Figura 5. Usos de paquetes de informática en sistemas de gestión administrativa de empresas agrícolas bajo estudio.

En relación a sistemas de automatización, el 30% de las empresas bajo estudio manifestaron que utilizan alguno de estos recursos entre los que se pueden mencionar: Sistemas para fertirriego, Control y programación en Sistemas de riego, Sistemas de fertilización, Sistemas de control avícola, Sistemas para cálculo de raciones, sistemas de registro y cálculo lechero, sistemas auxiliares de control de plagas y sistemas de registros climáticos integrados.

En Sistemas de Información Geográfica y Mapeo, 34% de las empresas estudiadas manifestaron utilizar o haber utilizado un sistema GPS y SIG para el registro de información de lotes o mapeo general de la finca. Paralelamente al uso

de estos sistemas, las empresas agrícolas emplean software asociado para aplicaciones más específicas, mencionando como ejemplo: Map Surce, Arc View, Arcgis, Orthophotos, MapMaker, Autocad y otros.

## 6.2 BONDADES Y LIMITANTES

Existen una serie de bondades que se manifiestan en el desarrollo de la empresa agrícola y el alcance de sus objetivos con el uso de sistemas de informática y automatización en sus actividades. Para considerar la importancia que los usuarios dan a las bondades de estos recursos, se solicitó que fueran identificadas en su orden las tres principales ventajas para la empresa. Las principales ventajas reportadas por los usuarios de sistemas de informática en empresas agrícolas se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Importancia asignada por usuarios de sistemas de informática en agricultura a las bondades reflejadas en su uso

VENTAJA	Nivel de Importancia *			Proporción de acuerdo al nivel de importancia
	No. Sel para 1ª.	No. Sel para 2ª	No. Sel para 3a	
Mayor eficiencia en el tiempo de las tareas	26	35	12	100.00
Reducción en los costos de operación de tareas	25	10	20	71.88
Necesidad de registros e informes	16	17	14	60.00
Mayor competitividad de la empresa	16	8	14	48.75
Facilidad de registro de clientes y proveedores	9	11	14	39.38
Tecnología necesaria para tareas de la empresa	7	10	8	30.63
Mejora calidad de productos y servicios	6	8	6	25.00
Necesidad de comunicación externa	3	7	12	21.88
Mejora imagen de empresa	1	1	5	6.25

\* El nivel de importancia se determinó asignando tres puntos para la primera ventaja seleccionada por los entrevistados, dos puntos a la segunda ventaja y un punto a la tercera y luego estableciendo una ponderación con estas selecciones.

Se considera relevante la observación de que en esta etapa de incorporación de la informática a las tareas de la empresa agrícola, las empresas consideran que es menos importante la incidencia de los sistemas de informática en la imagen de la empresa y calidad de los productos y consideran más importante la eficiencia y la reducción de los costos, en estas operaciones; esta situación se presenta en forma gráfica en la figura 6.

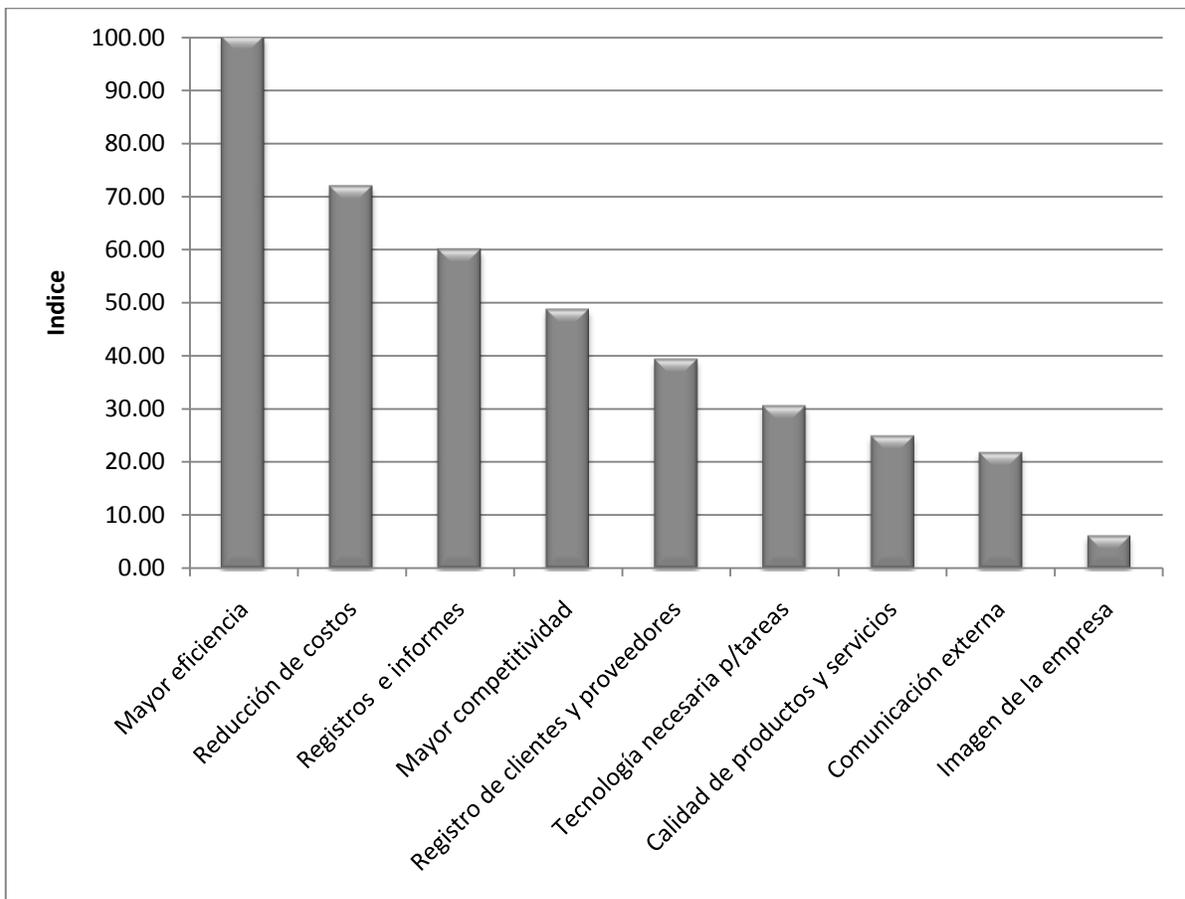


Figura 6. Índice de importancia de las principales bondades que los usuarios de sistemas de informática aplicados a la agricultura asignan a su uso.

En relación a las limitantes, que de alguna manera constituyen barreras para la adopción e incorporación de estas tecnologías, la metodología para la identificación de las limitantes más importantes se realizó igual que en el caso anterior, solicitando a las empresas encuestadas la identificación en orden de

importancia de las tres limitantes más importantes. Los resultados se muestran en el cuadro 4:

Cuadro 4 Importancia asignada por usuarios de sistemas de informática en agricultura a las limitantes que dificultan su adopción y uso.

LIMITANTE	Nivel de Importancia *			Proporción de acuerdo al nivel de importancia
	No. Sel para 1 <sup>a</sup> .	No. Sel para 2 <sup>a</sup>	No. Sel para 3 <sup>a</sup>	
Alto costo de implementación	53	18	18	100.00
Falta de personal calificado para operación	25	25	20	68.08
Falta de equipo	13	19	18	44.60
Alto costo de mantenimiento	7	23	23	42.25
Falta de acceso por ubicación geográfica	4	14	15	25.82
Falta de existencias en el mercado local de los recursos necesarios para la empresa	3	5	11	19.90

\* *El nivel de importancia se determinó asignando tres puntos para la primera limitante seleccionada por los entrevistados, dos puntos a la segunda limitante y un punto a la tercera y luego estableciendo una ponderación con estas selecciones.*

En el cuadro número cuatro puede observarse que la mayoría de empresas consideran como principales limitantes el alto costo de implementación de los recursos necesarios para operar los sistemas y la falta de personal capacitado disponible en la empresa para la operación de dichos sistemas. La preocupación de las empresas sobre los costos y personal calificado indica la necesidad de considerar detenidamente la relación entre costos de inversión y beneficios obtenidos en la incorporación de estos sistemas y además, seguir trabajando en la divulgación, la transferencia de información sobre estas tecnologías; y sobre todo la educación con una visión de informática en todos los niveles en la educación formal en Guatemala. Los resultados discutidos se muestran en la figura 7.

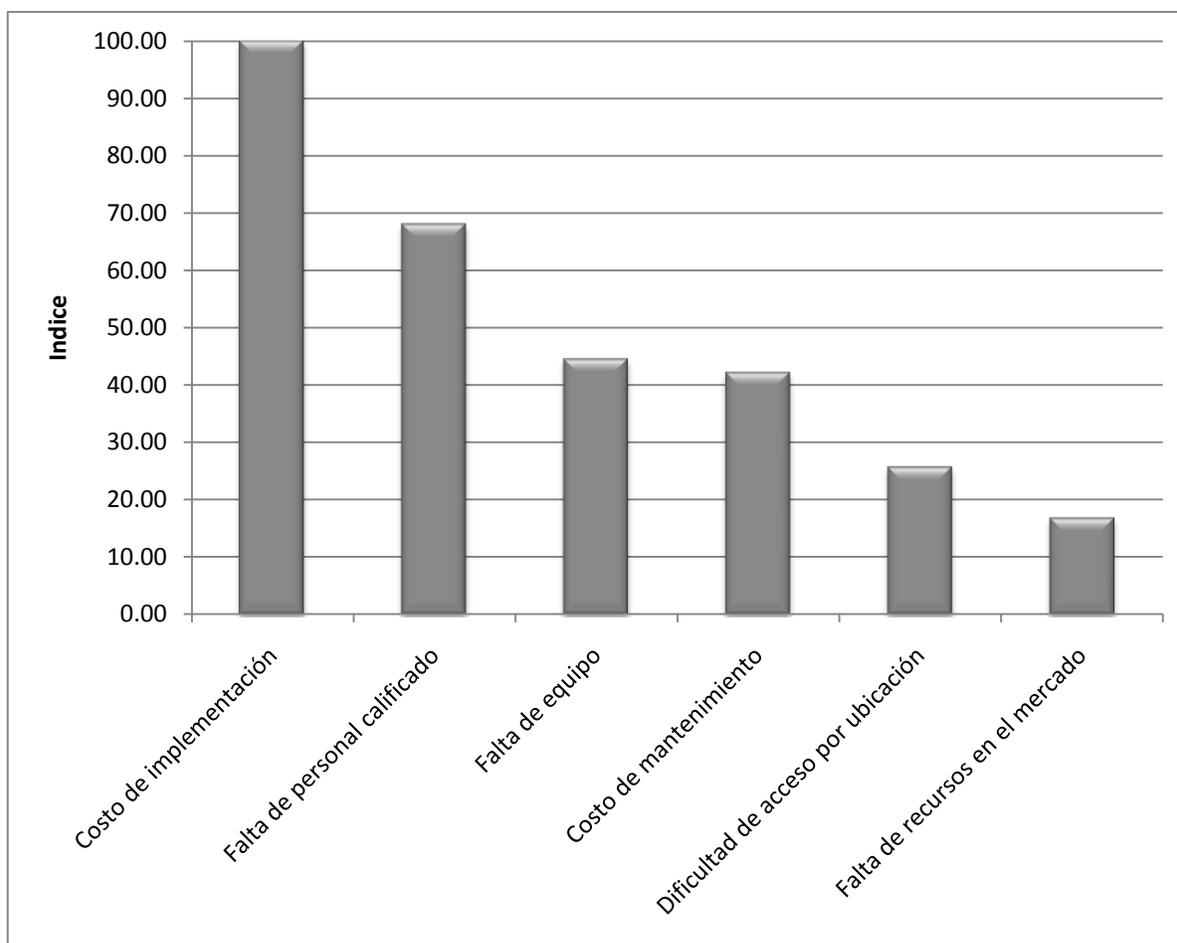


Figura 7 Índice de importancia de las principales limitantes que los usuarios de sistemas de informática aplicados a la agricultura asignan a su uso.

### 6.3 PROPUESTA DE MODELO DE INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMÁTICA A EMPRESAS AGRÍCOLAS:

Un **modelo** es una descripción abstracta del mundo real, es una representación simple y manejable de más complejas formas, procesos y funciones de fenómenos físicos, biológicos o de ideas. El propósito general de los modelos es facilitar la comprensión e incrementar la predicción de procesos o fenómenos que se describen.

Aunque antes se consideraba que la aplicación de la informática en la agricultura no permitía aprovechar las posibilidades de la computadora o la hacía difícil, debido a la característica de la gran variabilidad de situaciones y la consiguiente diversidad de soluciones presentes en la actividad agrícola (lo que hacía pensar que en la toma de decisiones la “experiencia” era algo más confiable que las técnicas de informática); hoy por hoy se considera que es precisamente esta característica que la agricultura posee al presentar gran variabilidad de situaciones y diversidad de soluciones, lo que hace que los procesos automatizados que permite la computadora, constituyan una ayuda muy valiosa en la gestión agrícola.

Las aplicaciones de informática en la agricultura no pueden ser de tipo cerrado como en el caso de aplicaciones de ingeniería matemática en donde los procedimientos de análisis llevan a obtener una única solución, sino debido a la naturaleza de la actividad en donde se producen variables aleatorias complejas, los programas cerrados no son una solución recomendable, sino más bien programas que integren y exploren toda la información pertinente y lleguen a proponer una serie de soluciones posibles que faciliten la decisión final tomada por el administrador y luego permitan las tareas planificadas en forma organizada, tal es el ejemplo de los programas de fertilización, en donde en base a la información recibida y procesada, se pueden proponer varias alternativas de programas de aplicación combinando concentración de nutrientes, cantidad de fertilizantes, frecuencia en la aplicación y otros elementos que finalmente puedan optimizar su aplicación.

Los modelos de informática que pueden aplicarse al uso eficiente de los sistemas de carácter agrícola, pecuario o forestal, son entonces muy variados y dependen fundamentalmente de las características y variables de la empresa individual. Entre las características generales que pueden definir los modelos teóricos a aplicar para el uso eficiente de la informática en empresas agrícolas, se pueden mencionar las siguientes:

- Tipo de explotación: extensiva o intensiva
- Tamaño de la explotación en relación a área física, capital e influencia en el mercado
- Tipo de productos: variedad espacial y temporal en la producción generada por la empresa.
- Mercado de destino de la producción
- Ubicación geográfica
- Capacitación técnica del personal de la empresa.

Todo lo anterior debe ser considerado cuando se realiza un proceso de adopción de un modelo de integración de aplicaciones informáticas a la finca o a la empresa agrícola, en donde además deberá tomarse la decisión de seleccionar aplicaciones de software específico existentes en el mercado, aplicaciones genéricas o incluso, realizar por encargo aplicaciones de acuerdo a las condiciones específicas y necesidades de la empresa. Deben tomarse en cuenta en este punto, los costos de inversión, la proyección o visión de que se espera de la empresa en un corto, mediano y largo plazo; y la disponibilidad de recursos de donde elegir que existan en la región.

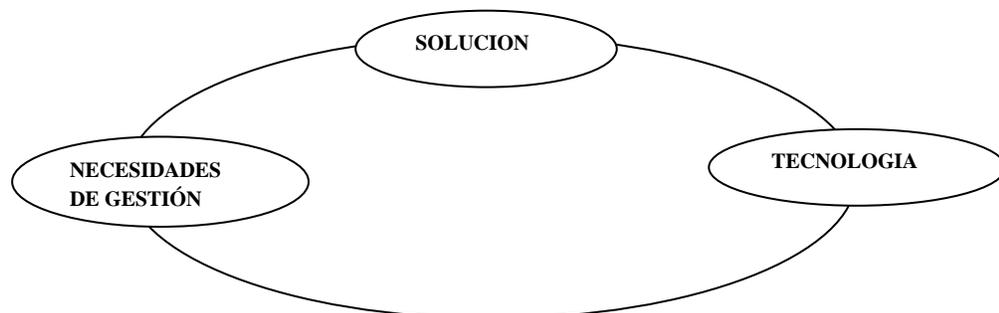
Sin embargo, considerando un nivel intermedio de desarrollo tecnológico de una empresa agrícola de Guatemala, con capital moderado, puede proponerse un modelo básico teórico descriptivo, que ilustre las áreas y procesos generales en donde la informática es importante y la aplicación que esta puede tener en las tareas específicas de la empresa.

#### **6.4 BASES Y SUPUESTOS DEL MODELO**

El modelo general propuesto se sustenta en las siguientes bases, que se consideran fundamentales para que dicha propuesta sea funcional y efectiva de

manera que contribuya a alcanzar los objetivos de la empresa en términos de productividad, eficiencia, desarrollo, competitividad e imagen de empresa:

- Nuestra agricultura es dinámica desde el punto de vista técnico y empresarial y solo hacen falta condiciones que faciliten y promuevan la incorporación de tecnología, para que esta se ejecute.
- Los avances en Sistemas de Información y Comunicación permiten llevar estos sistemas a los centros de producción, empresas agrícolas, forestales o pecuarias.
- Existe personal capacitado en las empresas agrícolas que van a incorporar sistemas de informática o automatización en sus procesos, o al menos se tiene la visión de capacitar al personal para trabajar con estas nuevas tecnologías.
- El círculo tecnológico: la proposición de que la tecnología va generando nuevas necesidades de desarrollo en un “círculo virtuoso” que abre nuevas posibilidades que promueven el uso de nueva tecnología, en este caso la tecnología informática para la producción. Si una empresa es capaz de incorporar esta visión de trabajo, la adopción de tecnología de información será una situación natural y segura.



- La tecnología cuesta dinero y es dinámica, esta última característica se acentúa en el caso de la tecnología informática; por lo tanto, una garantía del éxito de un proceso continuo de incorporación (y no abandono) por

parte de las empresas agrícolas, es la visión de recuperar los costos invertidos en la adopción de estos recursos, en un corto o mediano plazo, teniendo claridad en los beneficios económicos que genera esta tecnología.

## **6.5 MODELO PROPUESTO**

La plataforma sobre la cual el modelo propuesto descansa está referida al entorno social y político que enmarca el desarrollo de las empresas agrícolas en relación a tecnologías de información y comunicaciones y otras aplicaciones de informática. Esta situación comprende elementos que garanticen y promuevan efectivamente la adopción de dichas tecnologías, como: generación de disponibilidad de recursos de software y equipo para la región, accesibilidad a sistemas de red y conectividad a Internet, políticas de apoyo gubernamentales, de instituciones de investigación y desarrollo, del sector privado organizado, de organizaciones de pequeños y medianos agricultores (cooperativas) y de instituciones encargadas de sistemas de comunicación.

Sobre la plataforma anteriormente mencionada que constituye el entorno de desarrollo de una empresa agrícola informatizada, debe existir como pilar fundamental la política y visión de la propia empresa entendida como una Visión de innovación fijada en la posibilidad de descubrir las oportunidades de incrementar su eficiencia, su productividad, reducir sus costos, mejorar su organización y generar relaciones comerciales encaminadas a expandir sus posibilidades de hacer negocios y percibir ganancias. El grado de preparación de la empresa hacia la adopción de estas tecnologías será medido en términos del personal técnico calificado o con planes de capacitación de que disponga o esté dispuesta a contratar, la decisión de inversión en equipo y software, una organización eficiente que permita aprovechar al máximo los recursos incorporados y por último la habilidad de incorporar y beneficiarse de las nuevas tecnologías, una política de apertura a cambios de paradigma y la decisión de formar asociaciones con empresas que presentan condiciones similares.

Estas dos plataformas sirven de base para que se genere la estructura propia de la empresa para poder aprovechar los recursos de la tecnología de informática y comunicaciones en sus principales áreas de trabajo; planteándose como ejemplo cinco áreas principales: Planificación, Dirección y Control, Producción, Comercialización; y, Organización y Desarrollo. La información debe fluir de manera fácil, clara y ordenada desde el ámbito exterior hacia el interior de la empresa y desde la empresa hacia el exterior; pero principalmente debe fluir de manera fácil y ordenada entre las diferentes áreas internas de trabajo de forma que cada una de ellas se beneficie y toda la información sea integrada en un sistema real y funcional que permita cumplir los nuevos objetivos de organización propuestos.

Como ejemplo se plantea en el Área de Planificación el manejo de información como: Información técnica, información de mercados, información de clima, información específica de cultivos, información de la finca como mapas, lotes, producción anterior, etc.; y como salidas: Programas de cultivos, programas de prácticas, cronogramas, estimación de producción, estimación de costos y otros.

En el Área de Dirección y Control principalmente se prevé el manejo de la información contable, inventarios y almacén, insumos y existencias, personal y planillas, información de costos, gastos y recursos financieros y como salidas: Reportes contables, reportes de inventario, reportes de almacén, generación de planillas, cálculo de costos, ingresos y beneficios, informes tributarios.

En el Área de Producción la información que se maneje será principalmente relacionada con: Ingreso y salida de insumos, información técnica sobre los cultivos, reportes de tareas de campo, datos de clima, suelos, rendimientos, pérdidas y como salidas: Recomendaciones técnicas de manejo de cultivos, control de plagas y enfermedades del cultivo, reportes de producción, informes de

cobertura de finca, control de sistemas automatizados, sistemas de control de calidad.

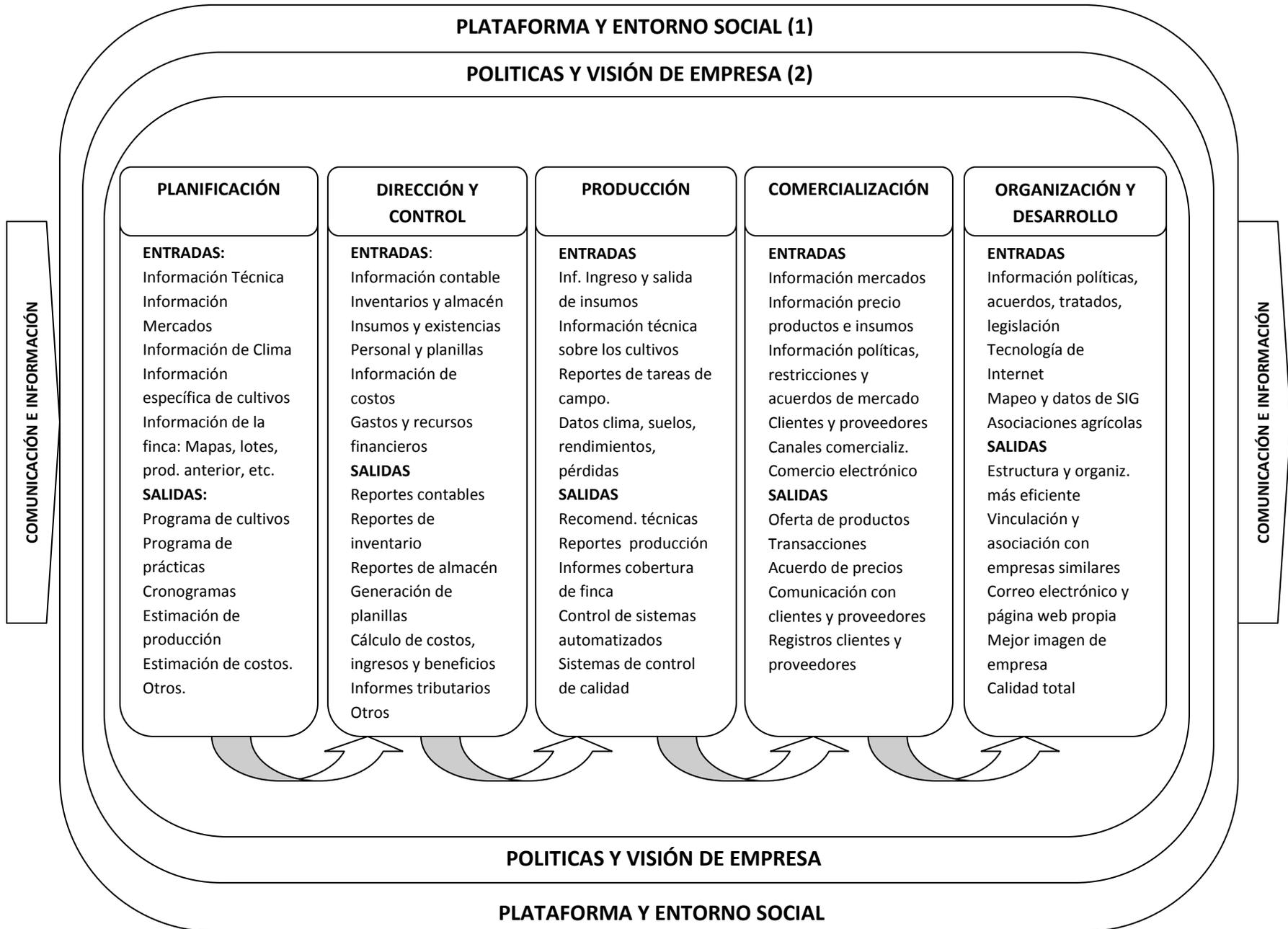
En el Área de Comercialización de la empresa, la información importante integrada a los sistemas de informática, será relacionada principalmente con: Información de mercados, información de precios de productos e insumos, información de políticas económicas gubernamentales y globales, restricciones y acuerdos de mercado, clientes y proveedores, canales de comercialización, comercio electrónico y dentro de las salidas producidas por el sistema: Oferta de productos, transacciones en línea, acuerdo de precios, comunicación con clientes y proveedores, registros de clientes y proveedores.

En el Área de Organización y Desarrollo de la Empresa, la información y las tareas de informática para cubrir estas necesidades están relacionadas principalmente con: Información de políticas, acuerdos, tratados y legislación, Tecnología de Internet, mapeo y datos de SIG, asociaciones agrícolas, adopción de nuevas tecnologías en el área de automatización y en el área de comunicación; y las salidas del subsistema: Una estructura y organización más eficiente, la vinculación y asociación con empresas similares, correo electrónico y página web propia, mejor imagen de la empresa, incorporación de la calidad total.

Todos estos elementos al integrarse como un sistema y funcionar en forma eficiente generarán el motor que impulse el desarrollo interno de la empresa agrícola, su productividad, calidad y competitividad, obteniendo como resultados globales la integración, un mejor control de sus procesos, mayor eficiencia, la posibilidad de participación en mercados globales, la proyección como empresa, la facilitación de las labores, y la reducción de la contaminación generada.

**Resultados Globales:** Integración, Control, Eficiencia, Participación en Mercados Globales, Proyección, Facilitación de las labores, menor contaminación.

**6.6 ESQUEMA DEL MODELO**



Para el modelo esquematizado anteriormente, los elementos que constituyen el entorno en donde se desarrollan las áreas de aplicación de informática y automatización se detallan a continuación:

1. PLATAFORMA Y ENTORNO SOCIAL: Comprende:
  - a. Generación de disponibilidad de recursos de software accesible y equipo (hardware y otros equipos)
  - b. Accesibilidad a sistemas de redes y conectividad.
  - c. Políticas de impulso de estas tecnologías: Provenientes del gobierno, instituciones de investigación y desarrollo, el sector privado organizado, y de organizaciones de pequeñas y medianas (Cooperativas).
  - d. Expansión de la cobertura generada por instituciones encargadas de las comunicaciones y sistemas de información.
  
2. POLITICAS Y VISIÓN DE LA EMPRESA: Comprende:
  - a. Visión de innovación, fijada en las oportunidades de incrementar eficiencia, productividad, reducir costos, mejorar la organización y las relaciones comerciales.
  - b. Grado de preparación: Personal técnico calificado o planes concretos de capacitación de personal, decisión de inversión en equipo y software, organización eficiente.
  - c. Habilidad de incorporar y beneficiarse de las nuevas tecnologías: políticas de mayor apertura, cambios de paradigmas, asociación con empresas con visión y objetivos similares.

## VII CONCLUSIONES

1. Las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, junto a otros sistemas de informática aplicada representan para la agricultura de Guatemala un insumo esencial en la producción, que deben adoptarse y aplicarse para tener oportunidad de participar en la economía global con elementos de productividad, sustentabilidad, competitividad y desarrollo.
2. El crecimiento actual en la penetración de sistemas de telecomunicación que están expandiéndose a todas las áreas geográficas del país, constituye una gran oportunidad para que las empresas agrícolas cuya distribución espacial es extendida, puedan aprovechar este esquema e incorporarse a la sociedad de la información y sus beneficios.
3. Las empresas agrícolas de Guatemala, observan en su gran mayoría, una visión de incorporar en sus tareas generales de gestión, administración, producción, comercialización y proyección, sistemas de informática simples y aplicados que les permiten lograr eficiencia y vanguardia tecnológica en sus operaciones.
4. Las empresas agrícolas de Guatemala que han incorporado sistemas de informática en sus tareas, no solamente utilizan aplicaciones de software creado específicamente para dichas tareas, sino que también utilizan software creado por encargo que se ajusta específicamente a sus condiciones o incluso crean sus propias aplicaciones utilizando paquetes existentes de uso general.
5. Cerca de tres cuartas partes de las empresas estudiadas tienen acceso y utilizan el servicio de Internet y Correo Electrónico, algunas de ellas han generado o están generando su página Web propia, lo que constituye no solamente la oportunidad de mejorar su imagen y proyectarse hacia el

medio, sino que también permite explorar las oportunidades de negocios y mayor crecimiento.

6. Las empresas agrícolas de Guatemala consideran como las ventajas más importantes en el uso de sistemas de informática la mayor eficiencia en el tiempo de realización de las tareas y la reducción de los costos de operación de las tareas y asignan menos importancia a la mejora de imagen de la empresa.
7. Dentro de las limitantes que más afectan la posibilidad de incorporación de nuevos sistemas de informática y tecnología de información y comunicaciones en las empresas agrícolas, consideran el alto costo de implementación y la falta de personal calificado para la operación de los sistemas.
8. El modelo de implementación de tecnología de información y comunicaciones y sistemas de informática en la empresa agrícola, debe tener como base una plataforma político social en donde se promueva y facilite la incorporación de estos sistemas, por parte de políticas y acciones facilitadoras por parte del gobierno, iniciativa privada, instituciones de investigación y desarrollo; y, los propios agricultores organizados.
9. Sobre la base social de desarrollo de un modelo de incorporación y uso de estas tecnologías, debe ubicarse la iniciativa y el esfuerzo de la empresa agrícola por incorporar los sistemas de informática manifestado a través de presentar una visión de innovación, una preparación técnica, humana y de organización y un esfuerzo de inversión y de trabajo. Sobre esta base deben desarrollarse las aplicaciones en cada área de la organización de la empresa.

## VIII RECOMENDACIONES

1. El estado, organizaciones no gubernamentales, centros de educación e investigación y el sector privado deben impulsar iniciativas de desarrollo que permitan una mayor cobertura a nivel rural de sistemas de comunicación que promuevan el uso de Internet en todas las áreas geográficas de Guatemala.
2. Desarrollar un programa nacional intensivo de educación basada en sistemas de información y comunicaciones, ya que una de las barreras más fuertes para la adopción de tecnología de la informática es la dificultad provocada por falta de personal calificado en las empresas agrícolas.
3. Promover estudios y seminarios sobre el uso del comercio electrónico en la agricultura, para mejorar la competitividad y lograr nuevas oportunidades para Guatemala.
4. Realizar esfuerzos por impulsar la organización de pequeños y medianos agricultores, cuya visión sea alcanzar un nivel de soporte que les permita una mayor competitividad y participación en una forma más intensiva, fácil y efectiva de las tecnologías de la informática y las comunicaciones.
5. Realizar estudios económicos específicos de la relación costo/beneficio y tasas y tiempos de retorno en inversión de tecnología de informática en las empresas agrícolas.
6. Evaluar modelos específicos para empresas de carácter agrícola, forestal y pecuario, para la adopción de sistemas de informática y automatización de tareas, ya que cada tipo de explotación, además de poseer características comunes, presentan características específicas que deben ser consideradas.

7. Realizar nuevos estudios sobre la incidencia de los sistemas de informática y tecnologías de información y comunicaciones en la agricultura, que involucren otros recursos importantes como la telefonía celular y que permitan evaluar la dinámica en sectores previamente estratificados de la agricultura nacional.

## IX BIBLIOGRAFIA

1. Acevedo, J. 2006. Modelos de relaciones entre ciencia y tecnología: un análisis social e histórico (en línea). España, Consejería de Educación de la Junta de Andalucía. Consultado 4 dic. 2009. Disponible en: [http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen3/Numero\\_3\\_2/Acevedo\\_2006.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen3/Numero_3_2/Acevedo_2006.pdf)
2. Alzate, J. 2009. El proceso de innovación en la agricultura: capital social, descentralización y modernización del estado (en línea). Hawaii, US, Atlantic International University. Consultado 8 dic 2009. Disponible en: <http://www.eumed.net/libros/2009d/616/EI%20proceso%20de%20innovacion%20en%20la%20agricultura.htm>
3. ASIC (Agenda Nacional de la Sociedad de la Información y del Conocimiento para Guatemala, GT). 2007. Agenda de la sociedad de la información y el conocimiento de Guatemala: plan de la reducción de la brecha, de inclusión y de alineación digital a los planes de crecimiento económico y de desarrollo social del país. Guatemala, PRONACOM. 200 p.
4. Bermejo, A; Meneses, J. 2004. Tecnologías de la información y las comunicaciones en agricultura (en línea). España, Universidad Politécnica de Madrid, Centro de Difusión de Tecnologías. Consultado 10 de dic 2009. Disponible en: <http://www.fiagro.org.sv/systemFiles/TIC%C2%B4s%20para%20la%20agricultura.pdf>
5. Briz, J; Lazo, I. 2001. Internet y comercio electrónico: características, estrategias, desarrollo y aplicaciones. 2 ed. Madrid, España, Mundi Prensa. 548 p
6. Cañedo, R; Ramos, R; Guerrero, J. 2005. La informática, la computación y las ciencias de la información: una alianza para el desarrollo (en línea). La Habana, Cuba. Consultado 15 ene 2010. Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13\\_5\\_05/aci07505.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13_5_05/aci07505.htm).
7. Cardona, H. 2006. Importancia relativa del sector agrícola nacional. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, CIAGROS. no. 1-2006 . 10 p.
8. Cazanga, R. 2007. Modelos de simulación para la agricultura (en línea). Chile, CIREN. Consultado 28 ene 2010. Disponible en: [http://www.ciren.cl/\\_datos/archivo/pdf/Modsimulacionagricultura.pdf](http://www.ciren.cl/_datos/archivo/pdf/Modsimulacionagricultura.pdf)

9. Chartunil, E; Assis, F; Marcal, D. 2007. Agricultura de precisión: nuevas herramientas para mejorar la gestión tecnológica en la gestión agropecuaria (en línea). Costa Rica. Consultado 9 dic 2009. Disponible en: <http://webiica.iica.ac.cr/bibliotecas/repiica/B0483e/B0483e.pdf>
10. E-agriculture.org. 2008. Cuestiones emergentes de la e-agricultura (en línea). US. Consultado 8 ene 2010. Disponible en [http://www.e-agriculture.org/fileadmin/uploads/documents/e-agr\\_PolicyBrief\\_es.pdf](http://www.e-agriculture.org/fileadmin/uploads/documents/e-agr_PolicyBrief_es.pdf)
11. Éxito exportador.com. 2009. Estadísticas del internet en América (en línea). US. Consultado 12 ene 2010. Disponible en: <http://www.exitoexportador.com/stats2.htm>
12. García, J. 2000. Prácticas de la gestión empresarial. Madrid, España, McGraw-Hill. 352 p.
13. González, B. Informática y agricultura (en línea). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Centro de Telemática. Consultado 14 nov 2009. Disponible en: <http://byrong.iespana.es/public/infoagric.pdf>
14. Grenon, D. 2007. Agromática: definición y aplicaciones en la empresa agropecuaria (en línea). Argentina, UNL, Facultad de Ciencias Agrarias. Consultado 9 dic 2009. Disponible en: <http://www.fca.unl.edu.ar/agromatica/Agromatica-Definicion.pdf>
15. Guerra, G. 1972. Manual de administración de empresas agropecuarias. San José, Costa Rica, IICA. 579 p.
16. Leroux, N; Wortman, M; Mathias, E. 2001. Factores dominantes que afectan la evolución del comercio electrónico en la agricultura (en línea). Sidney, Australia, IFAMA. Consultado 25 ene 2010. Disponible en: [http://www.ifama.org/conferences/2001Conference/Papers/Area%20III/Leroux\\_Nicole.PDF](http://www.ifama.org/conferences/2001Conference/Papers/Area%20III/Leroux_Nicole.PDF)
17. Locatel, C; Chaparro, J. 2004. Panorama de la agricultura informatizada en Brasil (en línea). Revista electrónica Scripta Nova 8(17). España. Consultado 28 ene 2010. Disponible en: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-170-17.htm>
18. MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, CR). 2007. Trazabilidad en ganadería (en línea). San José, Costa Rica. 30 p. Consultado 10 feb 2010. Disponible en:

<http://webiica.iica.ac.cr/reuniones/trazabilidad/docs/Taller/Introduccion/Informacion/Trazabilidad%20Inicio.pdf>

19. Maroni, J. 2004. Las nuevas tecnologías y su impacto en la producción granaria (en línea). Argentina, Universidad Nacional del Rosario, Facultad de Ciencias Agrarias. Consultado 10 feb 2010. Disponible en: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/14/3AM14.htm>
20. Monge, R; Alfaro, C; Alfaro, J. 2005 TICs en las PYMES de Centroamérica: impacto de la adopción de las tecnologías de la información y la comunicación en el desempeño de las empresas. San José, Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica. 270 p.
21. Mordecky, D. 2005. Impacto de la informática en la rentabilidad de negocios (en línea). Uruguay, Universidad ORT, Facultad de Ciencias Económicas y Administración. Consultado 10 feb 2010. Disponible en: <http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catcomp/material/Mordecki%20varios.pdf>
22. Mueller, R. 2000. Emergent e-commerce in agriculture (en línea). US, University of California. Consultado 11 dic 2009. Disponible en: <http://aic.ucdavis.edu/oa/brief14.pdf>
23. Ovalles, F. 2006. Introducción a la agricultura de precisión (en línea). Maracay, Venezuela, INIA / CENIAP. Consultado 10 dic 2009. Disponible en: <http://www.fiagro.org.sv/systemFiles/introduccion%20a%20la%20agricultura%20de%20precision.pdf>
24. Pardos, J. 2002. El impacto de internet en la economía productiva (en línea). España, Ministerio de Asuntos Exteriores. Consultado 21 nov 2009. Disponible en: <http://www.sispain.org/~pardos/speeches/IMPACTODEINTERNET.pdf>.
25. Ramos, J. 2009. La gestión agraria informatizada: nueva frontera de colonización agrícola (en línea). España, Ediciones de Horticultura. Consultado 28 ene 2010. Disponible en: <http://www.horticom.com/pd/article.php?sid=73198>
26. Recio, B; Valero, C; Diezma, B. 2009. Las tecnologías de la información en la agricultura; una asignatura pendiente (en línea). España. Consultado 26 ene 2010. Disponible en: <http://www.adiveter.com/ftp/articles/A1070809.pdf>

27. Regunga, M; Baez, G; Ganduglia, F. 2008. Diagnóstico y estrategias para la mejora de la competitividad de la agricultura argentina. Argentina, CARI / FAO / IICA. 595 p.
28. Rivanedeyra, F; Vega, J. 2002. Nuevas tecnologías de comunicación y sociedad rural (en línea). Perú. Consultado 11 dic 2009. Disponible en: [http://palestra.pucp.edu.pe/pal\\_com/?file=comusocie/figallo.htm](http://palestra.pucp.edu.pe/pal_com/?file=comusocie/figallo.htm)
29. Sandoval, Y. 2008. Empieza la carrera del e-commerce (en línea). Martes Financiero No. 536. Panamá. Consultado 3 feb 2010. Disponible en: <http://www.martesfinanciero.com/history/2008/07/08/Columnas/temadeportada.html>
30. Wheatley, W; Bhur, B; Dipietri, D. 2001. E-commerce in agriculture: development, strategy, and market implications. MN, US, University of Minnesota College of agricultural, food and environmental sciences. Department of applied economics. 55 p. (Staff paper series).

## **XIX. ANEXOS**

### **ANEXO 1**

#### **GUIA DE ENTREVISTA**

La entrevista a profesionales agrícolas de Guatemala sobre sistemas informáticos y de automatización en agricultura, fue realizada solicitando por correo electrónico información de una o más empresas de las que tuvieran referencia sobre el empleo de dichos sistemas. Se usó una base de datos de registro de correo electrónico de los profesionales agrícolas, a quienes se pidió su colaboración haciendo referencia al objetivo del estudio. La guía de entrevista se presenta a continuación:

1. Empresa de la que tenga referencia (especificación no obligatoria)
2. Actividad principal de la empresa
3. Posee equipo de computación para sus tareas específicas
4. Posee conexión a Internet
5. Usos principales al servicio de Internet
6. Uso principal de paquetes de oficina (Word, Excel, Access), en la empresa.
7. Otros programas específicos para tareas de producción o de gestión de la empresa.
8. Uso de algún sistema de agricultura de precisión o un sistema automático, mecánico o electrónico para tareas de la empresa.
9. Principales limitantes para la incorporación de agricultura de precisión, sistemas automáticos de control y registro o sistemas de informática a la empresa.
10. Principales ventajas que se considera en la adopción de los anteriores sistemas.

## ANEXO 2.

### ENCUESTA DE INVESTIGACIÓN SOBRE SISTEMAS DE INFORMATICA APLICADOS A LA AGRICULTURA

#### OBJETIVO:

La información recopilada en esta boleta servirá para la elaboración de un diagnóstico que permita orientar investigaciones relacionadas con la incorporación de tecnología agrícola a las unidades productivas.

Se pretende proponer un modelo de aplicaciones de informática y automatización en las labores relacionadas con la agricultura, en Guatemala.

La información que usted proporcione se manejará confidencialmente, solo se darán a conocer resultados grupales, no será utilizada con fines comerciales, ni representa un riesgo para la empresa. Muchas gracias por su colaboración.

#### A. CARACTERIZACION DE LA EMPRESA:

1. Actividad principal que realiza la empresa (aquella que genera sus mayores utilidades o la mayor inversión de capital). Por favor solamente marque una opción.

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| a) Agrícola con producción destinada principalmente al mercado local | <input type="checkbox"/> |
| b) Agrícola con producción destinada principalmente a exportación    | <input type="checkbox"/> |
| c) Empresa pecuaria o ganadera .....                                 | <input type="checkbox"/> |
| d) Empresa forestal .....  | <input type="checkbox"/> |
| e) Empresa de servicios agrícolas o pecuarios.....                   | <input type="checkbox"/> |
| f) Empresa mixta (especifique) _____                                 | <input type="checkbox"/> |
| g) Otra (especifique) _____  | <input type="checkbox"/> |

#### B: INFORMACIÓN RELATIVA A SISTEMAS DE INFORMÁTICA.

¿Dispone la empresa de alguno de los siguientes sistemas de Tecnología de Información y Comunicación?

2. Computadoras de escritorio: Si  No  Número
3. Computadoras portátiles: Si  No  Número.
4. Red de área local (LAN) Si  No  Número de computadoras
5. Internet y Correo Electrónico: Si  No.  Número de computadoras.

6. Posee su empresa una página web. Si  No

Indique cual: \_\_\_\_\_

**C: INFORMACIÓN SOBRE SOFTWARE UTILIZADO EN LA EMPRESA:**

¿Emplean en la empresa alguno de los siguientes sistemas de informática?

7. Procesador de palabras (ejemplo Word) Si  No.

8. Hojas electrónicas (ejemplo Excel) Si  No

9. Programas de administración de base de datos (ej Acces o Visual) Si  No.

10. Programas de contabilidad, almacén, stock o inventarios Si  No.

Nombre del programa:

11. Programas de facturación, cobros pagos o clientes. Si  No.

Nombre programa:

12 Programa para registro de personal, planillas, etc. Si  No

Nombre del programa.

13. Dispone su empresa de algún sistema para automatización de ciertas tareas, por ejemplo: Cálculo de riegos, cálculo de insumos (pesticidas, fertilizantes), cálculo de raciones para animales, ordeño mecanizado, sistema de registros de temperatura y otros factores climáticos.

Si  No

Nombre del sistema o programa	Aplicación que tiene en la empresa.

14, Maneja en su empresa algún sistema de registro computarizado de mapas, registro de áreas de finca o sistema GPS (Sistemas de posicionamiento Global).

Si  No.  Nombre del sistema.

15. Ventajas de los sistemas de informática en su empresa: Nombre las **3 principales** ventajas que le atribuye al uso de estos sistemas. (1 será la mayor ventaja, y 3 la menos importante de las ventajas)

- |    |   |                          |
|----|---|--------------------------|
| a) | Reducción en los costos de operación de las tareas.....         | <input type="checkbox"/> |
| b) | Mayor eficiencia en el tiempo de las tareas.....                | <input type="checkbox"/> |
| c) | Mayor competitividad de su empresa.....                         | <input type="checkbox"/> |
| d) | Necesidad de comunicación externa .....                         | <input type="checkbox"/> |
| e) | Necesidad de registros e informes .....                         | <input type="checkbox"/> |
| f) | Tecnología necesaria para las tareas que realiza la empresa.... | <input type="checkbox"/> |
| g) | Mejora de imagen .....  | <input type="checkbox"/> |
| h) | Registro (record) de clientes y proveedores.....                | <input type="checkbox"/> |
| i) | Mejora de la calidad de los productos y servicios.....          | <input type="checkbox"/> |
| j) | Otro: Especifique: _____.....                                   | <input type="checkbox"/> |
- 

16 Mencione las 3 principales limitantes que considera que su empresa tiene para el uso de estos sistemas. (1 será la mayor limitante, y 3 la menos importante de las limitantes)

- |    |  |                          |
|----|--|--------------------------|
| a) | Alto costo de implementación .....   | <input type="checkbox"/> |
| b) | Alto costo de mantenimiento .....  | <input type="checkbox"/> |
| c) | Falta personal calificado para operación.....  | <input type="checkbox"/> |
| d) | Falta de acceso por ubicación geográfica .....   | <input type="checkbox"/> |
| e) | Falta de equipo.....   | <input type="checkbox"/> |
| f) | No existen en el mercado local los recursos que la empresa requiere para sus tareas específicas..... | <input type="checkbox"/> |
| g) | Otra (especifique): _____  | <input type="checkbox"/> |
-

**D) INFORMACION RELATIVA A LA EMPRESA**

17. Personal en promedio que labora en la empresa durante el año:

a) Número de trabajadores de campo


b) Número de trabajadores administrativos.

18. Extensión o área de campo ocupada por la empresa: \_\_\_\_\_

19. Año en que fue fundada la empresa:

--

**MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.**

**Para el encuestador:**

Nombre del encuestador: \_\_\_\_\_

Nombre de la empresa: \_\_\_\_\_

(SI ES POSIBLE) Nombre del contacto de la empresa y teléfono o correo electrónico:

---

---