



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD
ANIMAL**

**“ANÁLISIS BIOECONÓMICO PARA CORRELACIONAR VARIABLES DE
EFICIENCIA PRODUCTIVA, REPRODUCTIVA Y DE SALUD CON LOS
NIVELES DE ADOPCIÓN DEL PROGRAMA VAMPP® EN FINCAS LECHERAS
Y DE DOBLE PROPÓSITO DE COSTA RICA”.**

T E S I S

**QUE PARA EL OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS DE LA
PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL**

PRESENTA:

GUADALUPE ZAZIL SÁNCHEZ HERNÁNDEZ

TUTOR: MVZ PhD CARLOS SALVADOR GALINA HIDALGO. FMVZ-UNAM

COMITÉ TUTORAL: MVZ PhD JUAN HEBERTH HERNÁNDEZ MEDRANO. FMVZ-UNAM

MVZ PhD HORACIO LEÓN VELASCO. FMVZ-UNACH



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mi madre María de la Luz Hernández por su cariño.

A mi padre Erasmo Sánchez por el apoyo y humor, por las peculiares enseñanzas de vida y por tu manera especial de quererme.

A mis hermanas Nichte y Magali, a mí cuñado Hugo y a mis primos Beto y Fer porque cuando necesité desahogar mis enojos y frustraciones estuvieron conmigo.

A mí pequeña sobrina Alex por la forma en la que me hace mirar las cosas.

Por último, pero no menos importante a Eduardo Ramos, por su amor incondicional, por sus invaluable consejos, por ser mi amigo, mi soporte y ejemplo.

A todos ustedes...¡¡GRACIAS!!

AGRADECIMIENTOS

Con cariño y gratitud al Dr. Carlos Galina, por brindarme la oportunidad de trabajar en su equipo, por compartir conmigo su experiencia y por la confianza que siempre me ofreció.

A los miembros del comité tutor Juan Heberth Hernández Medrano y Horacio León Velasco por las aportaciones y el tiempo que invirtieron en las revisiones de mi trabajo.

A la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de Costa Rica, a CRIPAS por el financiamiento y especialmente a los doctores Sandra Estrada, Juan José Romero y Bernardo Vargas, muchísimas gracias por el apoyo para el desarrollo de este trabajo, por sus contribuciones y consejos. Gracias también a José Rojas por sus aportaciones. Un agradecimiento muy especial a Miguel Bolaños y Sandra Guzmán por su amistad.

A los miembros del jurado José Luis Dávalos y Carlos Manuel Arriaga por su valioso tiempo y aportaciones a este trabajo.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia a la Unidad de Posgrado y a CONACyT por sus asesorías y financiamiento.

Al “*Galina’s team*” de la vieja escuela... Alejandro, Javi, Dalia, Anita y Manuel por las risas, el apoyo, la paciencia, el trabajo en equipo, pero sobre todo por su amistad. Gracias a los de la nueva generación, especialmente a Mariana, Alejandra, Adriana, Fran y Leo por sus consejos y ayuda en mis momentos de bloqueo mental.

A mi amigos, familia y sacos de box Gali, Bren y Adrián. No imagino mi vida sin ustedes y no tengo manera de agradecerles todo. Los adoro.

A mis compañeros de maestría Gris, Carlos y Thali por los ánimos y la divertida compañía.

INDÍCE

RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	6
GENERAL.....	6
ESPECÍFICOS.....	6
2.1 TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL.....	7
2.2 TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS.....	12
2.3 IMPACTO PRODUCTIVO Y ECONÓMICO DE LAS TIC Y MIS ¿CÓMO MEDIRLO?.....	17
III. CAPÍTULO 1: SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA MANEJO DE HATOS LECHEROS: EL CASO DEL VAMPP® BOVINO COMO FUENTE DE DATOS PARA EL ANÁLISIS POBLACIONAL Y LA INVESTIGACIÓN.....	23
3.1 INTRODUCCIÓN.....	23
3.2 MATERIAL Y MÉTODOS.....	25
3.3 RESULTADOS.....	27
3.4 DISCUSIÓN.....	33
3.5 BIBLIOGRAFÍA.....	38
IV. CAPÍTULO 2: EL IMPACTO DE LOS REGISTROS COMPUTARIZADOS EN EL DE RENDIMIENTO DE HATOS LECHEROS DE COSTA RICA.....	43
4.1 INTRODUCCIÓN.....	43
4.2 MATERIAL Y MÉTODOS.....	44
4.3 RESULTADOS.....	50
4.4 DISCUSIÓN.....	62
4.5 BIBLIOGRAFÍA.....	67
V. DISCUSIÓN GENERAL.....	72
VI. LITERATURA CITADA.....	76

LISTA DE FIGURAS CAPÍTULO 1

Figura 3. 1.....	26
Figura 3. 2.....	28
Figura 3. 3.....	29
Figura 3. 4.....	30
Figura 3. 5.....	31
Figura 3. 6.....	32
Figura 3. 7.....	33

LISTA DE FIGURAS CAPÍTULO 2

Figura 4. 1.....	53
Figura 4. 2.....	54
Figura 4. 3.....	55
Figura 4. 4.....	56
Figura 4. 5.....	57
Figura 4. 6.....	58

LISTA DE CUADROS

Cuadro 4. 1.....	46
Cuadro 4. 2.....	51
Cuadro 4. 3.....	52
Cuadro 4. 4.....	58
Cuadro 4. 5.....	61

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el comportamiento de hatos lecheros y de doble propósito que son usuarios del programa computarizado VAMPP® Bovino en Costa Rica, para medir el retorno de la inversión de un Sistema de Información Gerencial.

El primer capítulo describe la evolución en la adopción del software, en donde se contabilizaron 1987 hatos, se evaluó la distribución por zonas de vida, el tamaño de hato, los años de ingreso de las fincas al sistema, los años de seguimiento en VAMPP® y los eventos que se registran con más frecuencia. Se realizaron evaluaciones de tendencias por zona de vida agroecológica y razas para ejemplificar los análisis que se realizan con las bases de datos, centralizadas en la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de Costa Rica (EMV-UNA).

El segundo capítulo se evaluó el efecto del nivel de adopción del sistema de información sobre la productividad, se utilizaron solo sistemas lecheros especializados y se clasificaron los hatos en tres niveles de adopción: bajo, medio y alto. Los rasgos utilizados para medir el rendimiento de los hatos fueron: edad a primer parto (EPP), días abiertos (IPC), producción diaria de leche (PROD), vida productiva (VPR), incidencia de mastitis clínica (MAST) y lesiones podales (POD). Las variables se analizaron con un Modelo Mixto Lineal Generalizado que incluyó los efectos fijos de nivel de adopción, año de seguimiento y su interacción, ajustados por los efectos fijos de tamaño de hato, zona agroecológica, periodo calendario, grupo racial, y efectos aleatorios de variación entre/intra hatos. El impacto económico se estimó mediante un modelo estocástico de simulación utilizando un enfoque basado en análisis de presupuestos parciales. Se estimó el cambio esperado en Margen Bruto (MB,\$) y Tasa de Retorno Marginal (TRM,%) para los primeros 5 años de uso del sistema en una situación base con un hato de

100 vacas y tasas de cambio esperadas en los rasgos IPC y PROD correspondientes a un nivel medio de adopción.

Las tendencias sugieren una influencia positiva de VAMPP® en rasgos productivos y reproductivos durante los primeros años de implementación, con un menor beneficio para los niveles bajos de adopción.

I. INTRODUCCIÓN GENERAL

La informática ha sido un motor para el desarrollo de la sociedad desde finales del siglo XX, se define como el conjunto de técnicas y métodos científicos automáticos, los cuales se ocupan del procesamiento lógico-matemático de la información y se ha convertido en un instrumento poderoso ya que permite acumular enormes volúmenes de datos, con fácil acceso, disposición y que brinda la posibilidad de transmitir dicha información de manera inmediata (Pérez *et al.*, 2006); los aspectos teóricos y prácticos que surgen de esta herramienta son denominadas TIC (Tecnologías de Información y Comunicación) (Ferrero, 2004).

Las Tecnologías de Información y Comunicación conforman un conjunto de datos sólidos con independencia entre los ámbitos en los que se aplican (Albornoz, 2006); la agromática, por ejemplo, es el término que define todas aquellas herramientas utilizadas en el sector agropecuario, incluyendo los Sistemas de Información Gerencial (MIS por sus siglas en inglés) (Verstegen *et al.*, 1995). Según Ferrero (2004), la información y el conocimiento para tomar decisiones adecuadas, son los impulsores que contribuyen al bienestar de ciudadanos, instituciones y organizaciones. Cuando se concentra la atención en todo aquello que permite un control de la sanidad, la reproducción, la producción y la nutrición se lleva un mejor manejo de los animales y se reducen los costos debido a que se desperdician menos insumos (Suárez *et al.*, 2012; Ruíz y Rodríguez, 2013).

Aunque la ciencia económica ha profundizado e identificado efectos positivos de las TIC para numerosos sectores de la actividad económica, los estudios que relacionan la productividad del sector ganadero con la tasa de difusión y adopción de las TIC son escasos (Rodríguez, 2009). La razón por la que se desconoce el impacto de la tecnología en la utilización y optimización de las granjas depende de los criterios para evaluar la información, las múltiples interacciones en las fincas impiden medir aisladamente el beneficio de tomar mejores decisiones, si a esto se le suman las escasas bases de datos del sector pecuario, resulta más difícil

determinar en qué punto del tiempo un productor comienza a utilizar eficazmente su información (Verstegen *et al.*, 1995; Tomaszewski *et al.*, 1997; Van Asseldonk *et al.*, 1997).

El costo de los MIS son representados por el precio de venta, pero no por sus beneficios en la producción y productividad (Verstegen *et al.*, 1995). Cuando no se está consciente del proceso de inversión ni de la relación costo beneficio, la adopción y transferencia de tecnologías se dificulta (Urdaneta *et al.*, 2008; Suárez *et al.*, 2012;). Si bien el uso de tecnologías no es sinónimo de alta productividad, una de las causas del lento crecimiento en los sistemas agropecuarios es la falta de adaptación del sector a nuevos procesos de crecimiento que mejoren el rendimiento de las fincas, porque la ampliación de las superficies utilizadas o un mayor número de animales para satisfacer la demanda creciente no siempre es posible (Pérez *et al.*, 2006; Varela, 2010; Suri, 2011)

Una cuantificación más precisa del valor y los beneficios de los Sistemas de Información permitiría diagnosticar el estado productivo de una finca o país y generar correctivos (Castillo y Suniaga, 2000; Torres *et al.*, 2008), ayudaría a visualizar el periodo de recuperación de la inversión, podría contribuir para generar políticas acertadas que permitan el desarrollo de sistemas de producción y el financiamiento para integrar los MIS a los sistemas agropecuarios tradicionales (Varela, 2010 ; Cornou y Kristensen, 2013). Con la cuantificación, los beneficios de lo que se debe obtener y lo que es obtenido serviría de guía aplicable, sobre todo en las regiones tropicales donde la producción y la generación de conocimiento es menos intensiva que en la ganadería templada (Van Asseldonk *et al.*, 1999a; Kahi y Nitter, 2004; Albornoz, 2006).

Aunque se espera que los MIS tengan un efecto positivo en el rendimiento de las producciones, puede variar de finca en finca debido a que el valor de la información surge de la mejora en la toma de decisiones, y podría ser más

evidente en las fincas cuya capacidad instalada se conoce (Verstegen y Huirne, 2001; Michel, 2007). Además, es necesario determinar el valor de la información a través del tiempo, útil para saber si la injerencia de la tecnología se presenta como una tendencia a lo largo de varios años o si ocurre como un salto inmediato al momento de la adopción (Tomaszewski *et al.*, 2000; Cornou y Kristensen, 2003)

Este estudio pretende demostrar que la adopción y uso de Tecnologías de Información y Comunicación incrementan la producción de los sistemas agropecuarios, justificando la inversión en los Sistemas de Información Gerencial, cuyo efecto está relacionado fuertemente con la intensidad de uso de la nueva tecnología.

1.2 OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar el impacto que tienen los diferentes niveles de adopción del programa computarizado VAMPP® en parámetros productivos, reproductivos y de salud, así como el beneficio económico que esto representa.

ESPECÍFICOS

- Clasificar las fincas lecheras usuarias de VAMPP® según su nivel de adopción del programa.
- Comparar las tendencias de los parámetros de eficiencia técnica en las fincas con diferentes niveles de adopción del programa computarizado VAMPP®
- Estimar el impacto económico del uso del VAMPP® en grupos de fincas con diferentes niveles de adopción.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL

Es necesario definir los conceptos de TIC y MIS para puntualizar el objeto del estudio. Los Sistemas de Información Gerencial (MIS por sus siglas en inglés) son técnicas informáticas que además de capturar, permiten procesar, clasificar, preservar, recuperar y compartir información a través de un ordenador (Palmieri y Rivas, 2007). Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) por su parte, son un recurso más amplio, que abarca no solo la informática sino la microelectrónica y las telecomunicaciones, quienes actúan de manera interactiva e interconectada para incrementar la apertura y transmisibilidad de los datos (Albornoz, 2006; Ca' Zorzi, 2011).

En su marco estratégico 2000-2015 la FAO, reconoce que las Tecnologías de Información y Comunicación serán una herramienta estratégica para el desarrollo de la sociedad porque permiten acumular enormes volúmenes de información, con fácil acceso, disposición e intercambio, brindando la posibilidad de transmitir dicha información de manera inmediata para generar y procesar nuevo conocimiento (De la Cruz, FAO 2006). Aunque es posible afirmar que las Tecnologías de Información y Comunicación son un conjunto de herramientas sólidas que sirven de apoyo para diversas áreas como la docencia, la investigación, la extensión y la producción (Pérez *et al.*, 2006); en el sector agropecuario la transmisibilidad de la información, la velocidad de comunicación y los niveles de adopción de tecnologías son un medio que se aún se considera disperso (Steinmueller, 2002; Albornoz, 2006). El fin de usar la tecnología es mejorar la eficiencia y eficacia de cualquier sector en que esta sea utilizada (Pérez *et al.*, 2006), busca independientemente del tamaño y giro de la producción, crear una nueva cultura de comunicación y relación entre los ciudadanos y entre las organizaciones, permitiendo la orientación sobre precios de los insumos, planes de desarrollo y

financiamiento, la planificación estratégica de recursos, la reducción de costos, las capacitaciones en línea y la formulación de leyes y reglamentaciones más acordes con cada ambiente (Steinmueller, 2002; Ferrero, 2004).

Para establecer esta interacción, es necesario ir un paso a la vez, sobre todo porque los productores agropecuarios frecuentemente pertenecen a segmentos de poca interacción con lo digital: hogares rurales con baja exposición a la tecnología, insuficiente cobertura de redes de acceso, alta tasa de adultos mayores y falta de educación técnica (Rodríguez, 2009).

Durante la última década, la evolución de los sistemas de registro y procesamiento de datos electrónicos, han proporcionado un fuerte apoyo a los esfuerzos de los productores vinculados al agro, esto para mejorar el rendimiento de las explotaciones. Los sistemas han sido diseñados para proporcionar información de producción diaria a nivel individual que es el valor potencial en la toma de decisiones (Verstegen, 1997); los MIS permiten grabar y estructurar la mayor parte de los datos de una granja, la información que se procesa a través de un software, es más fácil de clasificar y verificar, posibilitando una mayor calidad y una mejor toma de decisiones a corto plazo (Verstegen *et al.*, 1998). Los pocos estudios del sector agropecuario están centrados en las producciones porcinas y, según sus usuarios, estos han contribuido para alcanzar metas de productividad, sostenibilidad y transparencia (Argiles Josep, 2003; Cornou y Kristensen, 2013).

Los Sistemas de Información Gerencial se pueden agrupar básicamente en dos tipos:

- a) Programas de administración: Incluye aquellos de identificación y todos los que lleven el comportamiento productivo y reproductivo de los animales (Geers, 1994; Parson *et al.*, 2007; Oliviero *et al.*, 2008; Bono *et al.*, 2012; Kristensen *et al.*, 2012; Bono *et al.*, 2013).
- b) Salud y comportamiento: Estos registran o colaboran con la detección de problemas de salud y bienestar animal, incluye el consumo de agua y

alimento (Blair *et al.*, 1994; Andersen *et al.*, 2008; Cornou *et al.*, 2008; Cornou, 2009; Gelb *et al.*, 2000).

El mercado actual impone la creciente demanda de las producciones y aunque en la lechería de precisión, la administración es una piedra angular (Gray, 2001; Eastwood, 2009), los MIS han sido poco adoptados. La baja disposición para acoger sistemas de registros, incluye las limitaciones de los propios sistemas como el precio y el lenguaje, la falta de interés por comprar material necesario para la implementación de la tecnología como las computadoras o licencias necesarias, y la aversión por parte de los productores al cambio de procedimientos para llevar el manejo de sus animales (Dos Santos, 1991; Ghezán *et al.*, 1999; Tomaszewski *et al.*, 2000).

La asociación de Mejoramiento Genético de Ganado Lechero, DHIA por sus siglas en inglés, fue de las primeras industrias agropecuarias en utilizar técnicas de computación y tecnología informática para mejorar la información y procesamiento de datos, el objetivo de su unidad central era poner a disposición de los productores las herramientas necesarias para mejorar el manejo de los rebaños (Tomaszewski *et al.*, 1999). Desde la década de 1950 y hasta hoy en día, es uno de los sistemas de información más evaluados y de los que se encuentran más reportes, el DHIA cuenta con un aproximado de 4500 usuarios de la región noreste y atlántico medio de los EE. UU (DHIA Records), aunque no es el único programa usado en la ganadería bovina templada sí es uno de los más populares (Tomaszewski *et al.*, 2000).

En una búsqueda realizada a través de un servicio en línea de información científica (Web of Science), se reportaron 55 títulos entre artículos científicos y resúmenes, de los cuales 16 fueron publicados entre los años 2000 y 2017. En su mayoría, reportan el comportamiento de variables como el promedio de producción diaria de leche (Moore *et al.*, 2005; Wall y McFadden, 2008; Erskine *et al.*, 2012) y otros utilizan los datos para realizar modelos estocásticos de

predicción (Kristula *et al.*, 1992; Shahid *et al.*, 2015); esencialmente utilizan el programa y su base de datos para evaluar parámetros.

En América Latina, existen sistemas de información desarrollados, sobre todo por razones de compatibilidad con el ambiente, entorno del mercado y disposición de insumos, respetando así uno de los pilares más importantes de la transferencia de tecnologías que es el desarrollo e implementación de herramientas acordes con el medio adoptante (Ryan y Spencer, 2001; Dar y Twomlow, 2007; Valbuena *et al.*, 2012). Ejemplos como Ganadero SG® (Software Ganadero) de Colombia, Tambero® (Software tambero) de Argentina y Hatoxbovino® (México Ganadero S.A de C.V) creado en México, permiten recolectar, organizar y procesar la información productiva y reproductiva por lo que se concentrarían en el grupo “a” descrito con anterioridad. La funcionalidad de todos los programas y su preferencia por adquirirlos depende en gran parte del usuario y es común que sean abandonados cuando falta o es deficiente el soporte técnico, la secuencia lógica que genere registros confiables, las herramientas para comparar productores y el intercambio de información entre usuarios y desarrolladores (Suárez *et al.*, 2002; Pérez *et al.*, 2006; Sánchez, Z. 2015).

El programa VAMPP® bovino es un software que la Universidad Nacional de Costa Rica diseñó a partir de una experimentación de tipo adaptativa, lleva más de 15 años en funcionamiento y es usado por productores de todo el país. En los primeros reportes de caso de este sistema de registro Wadsworth (1993) encontró que el 87% de los productores de leche en Costa Rica afirmaban que los datos de vacas ayudarían al manejo del hato, sólo la mitad de ellos guardaba algún tipo de registros y un tercio empleaba la información para tomar decisiones (Baaijen y Pérez, 1995). Este sistema computarizado es supervisado por el Centro Regional de Investigación para la Producción Animal Sostenible, la mayoría de sus investigaciones reportan comportamiento y tendencias de variables productivas, reproductivas y de salud; aunque se tienen contabilizados aproximadamente 70

títulos sólo 11 aparecen en Web of Science, probablemente porque se tratan de publicaciones en revistas especializadas y de acceso abierto (Open Access).

La TIC y MIS, incuestionablemente, forman parte de la nueva cultura, y los casos de éxitos aplicados son todavía más raros que la literatura al respecto (Pérez *et al.*, 2006), aquellos países que se han logrado adaptar se han beneficiado de las oportunidades que ofrecen los programas computarizados, como el caso de Uruguay, quien desplazó a Brasil de los mercados europeos, el gigante sudamericano, por falta de sistemas de trazabilidad perdió el 60% del mercado más importante del mundo (Rodríguez, 2009). Transformar el conocimiento en información que pueda ser transmitida a todo el mundo también depende de políticas y estándares internacionales. La FAO junto con otras organizaciones han tomado la iniciativa de impulsar la creación del “*Agriculture Information Management Standards –AIMS*”. El objetivo fue crear lenguajes y metodologías convencionales para compartir e interpretar el comportamiento de la agricultura de manera sistematizada y uniforme en todo el mundo (Cowan *et al.*, 2000; Steinmueller, 2002; Albornoz, 2006); por desgracia en el sector pecuario sólo países como Estados Unidos, Canadá, Australia, Nueva Zelanda y, en América Latina, Argentina y Uruguay son los únicos países con información estandarizada que puede ser visualizada en todo el mundo (CEPAL, 2007; Rodríguez, 2009)

2.2 TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍAS

Según la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), la transferencia de tecnología se define como toda transmisión de conocimiento nuevo para la elaboración de un producto, la aplicación de un proceso o la prestación de un servicio (Varela, 2010). Aun cuando la innovación lleve un tiempo disponible, si un individuo la percibe como nueva y se brinda información sobre las características, propósito, forma de uso y los posibles efectos de su aplicación, se considera transferencia de tecnología (Lewis, 1998). Las tecnologías no son solo herramientas para la automatización de los procesos existentes, son un importante facilitador de cambios que pueden conducir a ganancias de productividad adicionales en cualquier ámbito en el que se apliquen (Dedrick *et al.* 2003). La información, conocimiento y desarrollo de las innovaciones no sólo contribuyen con las mejoras productivas, también facilitan la organización y unión de gremios, llegando incluso a los territorios con mayores dificultades de acceso y beneficiando la competencia interna, la cual ejerce una retroalimentación positiva estimulando la adopción de más tecnologías (Witcombe *et al.* 1996; Ferrero, 2004; Pérez *et al.*, 2006;).

Poner al alcance de la población los conocimientos científicos beneficiaría, hablando de producción agropecuaria, al 51% de la población mundial que vive en zonas rurales; sector clave para la reducción de la pobreza y la seguridad alimentaria (Ferrero, 2004; De la Cruz, FAO 2006; Urdaneta *et al.*, 2008). La difusión de lo que hoy se conoce como nueva tecnología dentro de un sector sólo es viable si esta ofrece ventajas económicas y tecnológicas de importancia (Moral y Jurado, 2001), permitiendo que los problemas que limitan la producción y productividad puedan ser resueltos partir de una experimentación de tipo adaptativa, es decir, mediante el ajuste de tecnologías foráneas a las condiciones locales (Macedo *et al.*, 2001). Esta divulgación tiene que responder a un marco de referencia geográfico, social, económico y cultural del medio en el que se aplicará

(Varela, 2010), esto es poner la información al alcance de los usuarios, en un tiempo y lugar específicos para obtener los cambios deseados.

Como el proceso de toma de decisiones no es un acto instantáneo ni aislado, varios investigadores han descrito las técnicas y elementos por los cuales un individuo suele pasar antes de adoptar o rechazar una innovación. El más importante fue el sociólogo Everett Rogers (2003) quien describe una metodología de 5 pasos en su libro "*Diffusion of innovation*", los pasos se clasifican como:

1. Conocimiento. Cuando el individuo tiene en mente la existencia, no sólo de la innovación, sino también de cómo funciona.
2. Persuasión. Donde el individuo se forma una opinión favorable o desfavorable acerca de la innovación.
3. Decisión. Fase donde el individuo inicia una serie de actividades con el objetivo de adoptar, o rechazar la innovación; si el usuario decide rechazar la tecnología, las dos etapas descritas a continuación no se llevan a cabo.
4. Implementación. Después de la aceptación, el usuario pone en uso la tecnología dentro de las actividades cotidianas.
5. Confirmación. Actividad en la que el individuo busca refuerzo y/o retroalimentación a partir de la tecnología adoptada.

Aunque las etapas que describe Rogers están ampliamente difundidas, en el sector agropecuario el análisis de las limitaciones sociales y culturales de las barreras tecnológicas no están tan desarrolladas (Ajayi *et al.*, 2007), en la técnica figuran sólo tres pasos: Información, decisión e implementación. Estas implican las mismas descripciones que sus contrapartes en la teoría antes mencionada, en donde sólo cambia el nombre de la etapa conocimiento por información (Sánchez, 2015).

En cuanto a los elementos que favorecen o no la adopción de tecnologías se pueden describir cinco atributos:

- a) Percepción de ventaja. Grado en que una innovación es percibida como buena idea.
- b) Compatibilidad. Capacidad de subsistir con los valores existentes y el sistema social en el que la tecnología se desarrollará.
- c) Experimentación. Capacidad de repetir la tecnología con varios usuarios y que la utilidad de esta se pueda comprobar.
- d) Visibilidad. Grado en que los resultados son perceptibles a otros.
- e) Complejidad. Percepción acerca de que tan difícil es el uso de la nueva herramienta

Para que una innovación sea adoptada con mayor rapidez ésta debe contar con un nivel alto de percepción de ventaja, compatibilidad, experimentación y visibilidad, mientras que lo ideal es que posea una baja complejidad.

Otro factor a considerar en la transferencia de tecnología es que los individuos no adoptan una innovación al mismo tiempo, cada tipo de usuario obedece a una serie de características personales, socioeconómicas y educacionales, tipificar a los usuarios puede propiciar la difusión ya que los consumidores se sienten identificados por sus inquietudes y demandas, creando redes de colaboración y espacios de retroalimentación con mayor facilidad (Ajayi *et al.*, 2003; Ferrero, 2004). Estas redes de colaboración también permiten la inclusión de profesionales más afines a las áreas en donde la tecnología hace falta (Arunachalam, 2002); Eastwood *et al.*, (2009) los llamó “traductores”, profesionistas expertos que además de tener conocimiento de la tecnología tienen una comprensión práctica, en este caso, del área pecuaria.

Los usuarios se agrupan en innovadores o primeros adoptantes, mayoría precoz, mayoría tardía y rezagada. Es importante identificar a los clientes pioneros debido a que son los primeros en correr el riesgo de las nuevas tecnologías, las siguientes tres categorías las adopta ya que fue demostrado el potencial, por presiones del entorno y porque los primeros adoptantes tienden a ejercer cierto

liderazgo (Lewis, 1998) que beneficia a los canales de comunicación informal, los cuales difunden una innovación más rápido que los canales oficiales (Adesina y Baidu-Forson, 1995; Fuentelsaz *et al.*, 2009).

Incorporar las tecnologías y vencer las barreras de todo lo que implique un cambio en la rutina de trabajo no es fácil, las innovaciones de productos son más sencillas de transmitir que las innovaciones de proceso, porque estas implican un tiempo de aprendizaje antes de convertirse en información disponible, es por eso que en la ganadería resulta más ágil la compra y venta de fármacos que la adopción de alguna Tecnología de Información y Comunicación (TIC) (Lazarus *et al.*, 1989; Albornoz, 2006).

El uso de las TIC tiene ciertas particularidades en cuanto a su transferencia, factores ligados a la edad de los productores, al tamaño de las producciones y a las políticas nacionales favorecen más que el bajo costo de la tecnología (Baaijen y Pérez, 1995; Lewis, 1998; Ascough *et al.*, 1999; Ajayi *et al.*, 2003; Phiri *et al.*, 2004; Keil *et al.*, 2005; Ajayi *et al.*, 2006). La alfabetización tecnológica también se acelera cuando la TIC que se pretende transferir llega a cierto grado de madurez o estandarización, con esto se evita el cansancio y aburrimiento de los usuarios ante los primeros errores (Verstegen *et al.*, 1998; Lambrecht *et al.*, 2014).

En las nuevas tecnologías de información existe la oportunidad de mejorar la productividad agropecuaria sin tener que agregar necesariamente más insumos (Varela, 2010), vislumbrando sobre todo una gran oportunidad para los sistemas pecuarios familiares (CEPAL, 2015). Estos tienen tasas de adopción más retrasadas porque la mayoría de los programas de extensión se basan en la difusión lineal, olvidando que en la ganadería y agricultura participan proveedores, instituciones públicas, investigadores, profesionales existiendo una relación muy estrecha con mercados y medio ambiente (Sunding y Zilberman, 2001; Rodriguez,

2009; Suri, 2011; Liu, 2013; Pomuk, 2014). Todos estos eslabones interactúan al mismo tiempo aunque algunos presenten vínculos más débiles entre ellos.

Llegar a más personas con mejores tecnologías no depende solo de factores propios de la innovación, las interacciones conjuntas marcan el éxito y la reducción del tiempo que transcurre desde que una tecnología sale al mercado y hasta que ésta es adoptada (Minten & Barrett, 2007; Becerril & Abdulai, 2010).

2.3 IMPACTO PRODUCTIVO Y ECONÓMICO DE LAS TIC Y MIS ¿CÓMO MEDIRLO?

La evaluación de impacto se define como la medición sistemática del diseño, la ejecución, la eficiencia, la efectividad y los resultados de un programa, una política específica o una tecnología (Villacís y Alexis, 2008). Ésta se realiza con el objetivo de reducir la incertidumbre de inversión y permite realizar contribuciones para mejorar el desempeño de una estrategia, programa o actividad para que se desarrollen o implementen adecuadamente (Pacheco y Prieto, 2005).

La evaluación del impacto se puede abordar en cinco dimensiones (Torres *et al.*, 2008):

- a) Técnica o productiva. Se refiere a la medición del volumen, calidad y distribución anual de la producción.
- b) Económica. Por su relación con el mercado y el margen de beneficios, respecto a las inversiones y los costos.
- c) Ambiental. Por el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
- d) Social. Por la generación de empleos y otros impactos comunitarios como la integración de gremios.
- e) Humana. Por la influencia que ejerzan sobre las personas para que desarrollen habilidades entorno al nuevo sistema de operación o programa.

La evaluación de las Tecnologías de información y Comunicación (TIC) es de creciente importancia debido a que el internet y las innovaciones computacionales son un medio cada vez más común (Michel, 2007), sin embargo, estas evaluaciones recaen en los ámbitos sociales y humanos porque las telecomunicaciones funcionan con estadísticas de usuarios (Bianco *et al.*, 2016). En el caso específicamente del sector agropecuario, estudios previos argumentan que los progresos de las TIC han sufrido una serie de perturbaciones en su desarrollo y por esa razón no tienen un efecto permanente en el crecimiento (Berndt y Morrison, 1995; Morrison, 1997; Jorgenson y Stiroh, 1999; Gordon,

2000; Jorgenson, 2001). Por otro lado, se argumenta que han producido un cambio fundamental en la economía llevando a una mejora permanente en las perspectivas de desarrollo (Siegel, 1997; Barua y Lee, 1997; Stiroh, 2002; Basu *et al.*, 2003; Matteucci *et al.*, 2005; Ketteni *et al.*, 2007); lo que es un hecho es que la cuantificación se reporta difícil por la dirección y ritmo de crecimiento de la productividad y por las múltiples interacciones entre la industria y fincas (David y Foray, 1996). Estudios que trataron de cuantificar el impacto de la nueva tecnología, para identificar factores de éxito, se basan en el uso de los Sistemas de Información Gerencial (MIS) donde evaluaron los beneficios abordando tres preguntas generales: ¿Qué se mide, ¿cómo se mide y dónde se mide?

Verstegen *et al.* (1995) sugieren un enfoque alternativo de dos etapas para tratar de capturar una gama más amplia de actividades y decisiones afectados por los MIS, los enfoques son denominados normativo y positivo. El enfoque normativo proporciona una estimación teórica previa de lo que podría ser la rentabilidad de los MIS, basada en funciones económicas de retorno neto y criterios preestablecidos sobre el proceso de toma de decisiones. Dentro de este enfoque se enmarcan las metodologías basadas en análisis de decisiones (árboles de decisiones, métodos económicos bayesianos y teoría de control) y las metodologías analíticas (simulación, programación lineal y programación dinámica). La deficiencia de los enfoques normativos radica en que mayormente se utilizan para evaluar decisiones específicas, mientras que en la práctica existen múltiples interacciones que pueden afectar una decisión.

Por el contrario, los enfoques positivos estiman *a posteriori* la rentabilidad de los MIS, mediante evaluaciones de carácter empírico. Este enfoque se basa en el uso de datos poblacionales con estudios experimentales, cuasi-experimentales o no experimentales. En el caso del enfoque positivo, el inconveniente está en el diseño de los estudios y las técnicas de análisis, ya que estos dependen de la disponibilidad, calidad y cantidad de los datos de campo.

Utilizando un enfoque positivo, cuasi experimental con series de tiempo, Verstegen y colaboradores (1998) encontraron rendimientos de la inversión que van desde 220% a 348% en granjas de cerdos, ellos mencionan que desde el segundo año de uso de los MIS, el promedio de producción incrementó 0.56 lechones por cerda por año, sin embargo, las dos estimaciones no están correlacionadas significativamente en cuando al uso de los MIS y el rendimiento, estos problemas se pueden asociar al número reducido de observaciones y los sesgos por el manejo particular de las fincas.

En otro estudio realizado bajo un enfoque normativo, Verstegen y Huirne (2001) asociaron los niveles administrativos de las granjas productoras de cerdos con el valor del MIS, el cual se definió como el aumento de lechones por año por cerda; encontrando que altos niveles de gestión están relacionados significativamente con un mejor rendimiento, no obstante, los productores con bajos niveles de administración obtienen un mayor beneficio ante la inclusión de los sistemas de registro.

Tomaszewski *et al.*, (1997) utilizaron 72 hatos que pasaron por filtros como la inclusión sólo de vacas Holstein, fincas que empezaron a utilizar el software antes de 1996 y que tuvieran por lo menos 1 año de uso. Los investigadores encontraron que hay un impacto significativo del uso de los MIS y un retorno de la inversión que va del 52% y hasta un 205%; asimismo, mencionando que aunque encontraron una relación entre el uso de los MIS y la mejora en la producción, los datos utilizados pre adopción pueden no estar disponibles o carecer de los controles necesarios para validar la información, por lo que los resultados pueden estar sesgados.

En el año 2000 Tomaszewski y colaboradores obtuvieron datos anuales de producción y reproducción en granjas lecheras de los Países Bajos. El análisis incluyó a 357 adoptantes, con datos que comprendieron de 1987 a 1996, antes y

después de uso del MIS. El análisis con datos en panel permitió estimar los efectos tanto dentro como entre las fincas. El resultado fue un aumento anual significativo en la producción promedio de leche y proteína y una reducción de 5 días para el intervalo entre partos.

Van Asseldonk *et al.* (1999a) discutieron los aspectos técnicos y la contribución potencial de los sistemas informáticos, este trabajo lo realizaron con un modelo de simulación probabilística el cual incluyó la detección de celo y la alimentación para determinar el aumento en florines (moneda usada en los países bajos hasta el 2002) para cada aspecto, incrementando 1.28 florines cuando se mejoró la detección de celos y 0.77 al usar comederos automáticos. Entre las aportaciones más importantes de Van Asseldonk *et al.* (1999b, 1999c) están las técnicas de simulación, que pueden ser métodos adecuados para evaluar las aplicaciones informáticas que están relacionados con funciones operativas, también los criterios para la inversión temprana que generará mayores ingresos adicionales.

Gelb *et al.* (2000) reportaron cual era la contribución de un sistema informático para la detección de mastitis y el estro. El experimento se llevó a cabo en Israel con un hato de 700 vacas; encontrando que el sistema de información redujo las pérdidas económicas al permitir mejorar la detección de casos de mastitis, también se redujeron los días abiertos y se obtuvo un beneficio económico de \$34.85 dólares por vaca. En otro estudio Hayes *et al.*, (1998) evaluaron el comportamiento de 144 hatos, con un análisis multivariado encontraron que aquellos que utilizaron un MIS tenían un comportamiento reproductivo superior con respecto a los hatos que no utilizaban un sistema de registros; este rendimiento fue medido como el porcentaje de partos durante un período y un mayor porcentaje de vacas apareadas en el momento óptimo para lograr partos concentrados al año siguiente.

Argiles y Slof (2003) proporcionaron evidencia empírica acerca de la relación que hay entre los informes financieros y el desempeño de las empresas agropecuarias,

encontrando que los agricultores que utilizaban registros productivos y administrativos presentaban un mejor rendimiento con respecto a las producciones que no los llevaban. Asimismo, observaron que a pesar de la creencia general de que la introducción de la contabilidad mejoraría la explotación y el rendimiento, su aceptación entre los agricultores es baja, posiblemente porque las ganancias no son suficientes para justificar el gasto adicional que implica un sistema de registro productivo y contable.

Cornou y Kristensen (2013) en una revisión de literatura conjuntan los estudios que reportan un valor numérico ante el uso intensivo de las MIS y un mejor rendimiento de las empresas pecuarias, concluyendo que poco más de la mitad de los artículos evaluaron la relación en etapas tempranas del desarrollo de la tecnología. Los autores sugieren nuevas revisiones debido a que los MIS han evolucionado, así como los métodos para detectar las mejoras no sólo en los rendimientos marginales, sino en la producción.

Kohli y Devaraj (2003) examinaron 66 estudios del sector industrial realizados entre 1990 y 2000. Ellos emplearon métodos de regresión logística y mínimos cuadrados y separaron los estudios en los que fueron afectados por el uso de los MIS y los que no mejoraron su rendimiento; aproximadamente la mitad de los estudios incluidos en el metanálisis tenían datos por un periodo igual o menor a 5 años. Los resultados indicaron que el tamaño de la muestra, la fuente de datos y la industria en la que se realiza el estudio influyen en la probabilidad de encontrar mejoras en el desempeño de la empresa a partir de un MIS.

Otros investigadores han resumido los registros de la asociación de Mejoramiento Genético de Ganado Lechero (DHIA) y han demostrado que el comportamiento reproductivo de las vacas ha empeorado, obteniendo un aumento de servicios por concepción, días abiertos y días a la primera inseminación (Nebel y McGilliard, 1993; Lucy, 2001); sus bases de datos también han contribuido con estudios epidemiológicos. Así, Kinsel et al. (1998) realizaron una investigación para evaluar

el porcentaje de consanguinidad en vacas lecheras y encontraron que hubo un aumento entre 1.4 a 2.4% en el periodo de 1983-1992. Estos estudios solo aportan información de rendimiento, y convendría evaluar el impacto desde un punto de vista económico.

Aunque los autores mencionados no son los únicos en realizar investigaciones del impacto de las TIC y MIS, sí son los que más han contribuido en la evaluación económica, productiva y la identificación de factores que influyen para que la inversión de frutos (Ward, 1990; Dedrick *et al.*, 2003; Aguilar *et al.*, 2007).

Para demostrar que la adopción y uso de Tecnologías de Información y Comunicación incrementan la producción de los sistemas, es necesario describir cómo se transfirió la tecnología, cuáles son sus niveles de adopción, evaluar los posibles efectos de la utilización intensiva de un MIS desde el punto de vista productivo y económico del programa VAMPP® bovino en Costa Rica.

III. CAPÍTULO 1: SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA MANEJO DE DATOS LECHEROS: EL CASO DEL VAMPP® BOVINO COMO FUENTE DE DATOS PARA EL ANÁLISIS POBLACIONAL Y LA INVESTIGACIÓN

3.1 INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina es una de las actividades económicas históricamente más importantes que se han desarrollado en la mayoría de los países latinoamericanos (Baaijen y Pérez 1995). En Costa Rica, uno de los pocos países en vías de desarrollo autosuficientes en productos lácteos, la ganadería ha contribuido a lo largo de 445 años al desarrollo económico, comercial y social (Ruíz, 1993; Quirós, 2006).

Con la producción intensiva, los problemas de salud, el alto costo de la tierra, los crecientes costos de producción y la demanda de alimento a nivel mundial, el productor no sólo necesita aumentar su productividad, sino optimizar recursos para mantener su explotación en un nivel adecuado de rentabilidad (González, 2011). Optimización significa una asignación más eficiente de los recursos, sin embargo, la base de datos epidemiológicos, técnicos, reproductivos y económicos necesarios para administrar eficazmente estos recursos ha sido generalmente muy deficiente en los países subdesarrollados (King, 1987 citado por Baaijen y Pérez, 1995).

Dada la falta casi completa de la información y el hecho de que los sistemas de registro manual no permiten un manejo eficiente y efectivo de las grandes cantidades de datos involucrados (Lucy 2001), la aplicación de tecnologías de Información (TI) para apoyar la generación de conocimiento local se convirtió en un desafío para las instituciones que se encargan de la transferencia de tecnologías (Arunachalam, 2002).

Un ejemplo del esfuerzo por tecnificar la información fue la creación del Centro Regional de Informática para la Producción Animal Sostenible (CRIPAS). Este proyecto de transferencia de tecnología en el campo de la informática pecuaria se desarrolla en la Escuela de Medicina Veterinaria (EMV) de la Universidad Nacional (UNA) de Costa Rica (Romero *et al.*, 2011). Se inició en 1986 a través de un intercambio entre la Universidad Nacional de Costa Rica y la Universidad de Utrecht Holanda. El objetivo inicial fue desarrollar y validar un sistema de información creado originalmente en Holanda, y adaptarlo a las condiciones tropicales de Costa Rica. El Programa Automatizado para el control de la Producción y Manejo Veterinario, VAMPP® por sus siglas en inglés (Noordhuizen y Buurman, 1984; Pérez *et al.*, 1989) genera cifras de desempeño para apoyar el manejo táctico de la finca y compara los valores con una base de datos nacional que se encuentra centralizada en la EMV (Baaijen y Pérez, 1995). El programa además cuenta con aproximadamente 2000 controles internos para la consistencia de datos (Verstegen, 1997; Rojas *et al.*, 2011), lo cual garantiza una base de información de alta confiabilidad.

El caso del programa VAMPP® es interesante por tratarse de una tecnología de proceso, que además de requerir una capacitación para el uso y provecho adecuado, requiere vencer las barreras de resistencia a todo lo que implica un cambio en la rutina de trabajo de los ganaderos y las personas inmersas en el sector pecuario (Pérez *et al.*, 2006).

El objetivo de este capítulo es describir la evolución en la adopción del programa VAMPP bovino® en hatos lecheros de Costa Rica, permitiendo transmitir el desempeño de una tecnología de proceso y con ello exponer el comportamiento de producción y reproducción en hatos que utilizan una Tecnología de Información para el análisis poblacional y la toma de decisiones, tanto en el hato como en el sector lechero.

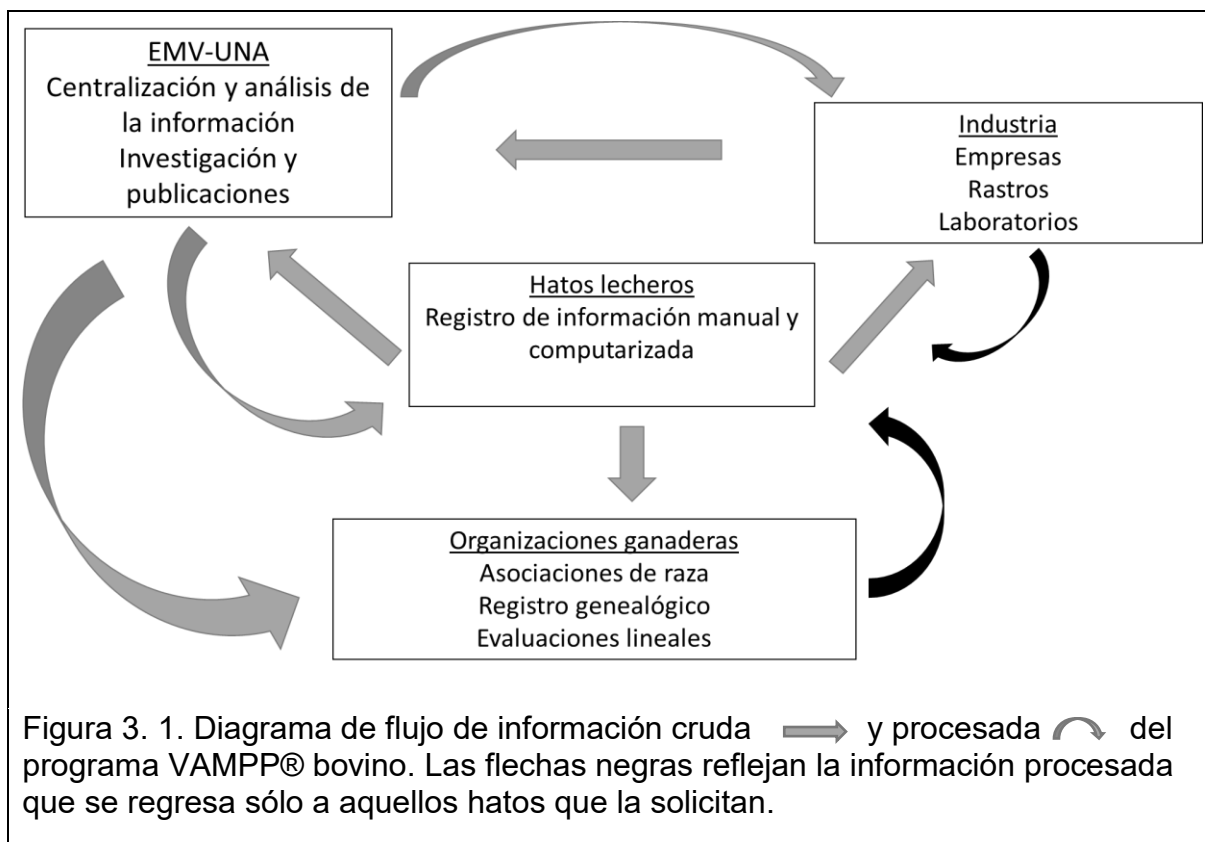
3.2 MATERIAL Y MÉTODOS

Estructura del sistema de información

El programa VAMPP es actualmente el más utilizado en Costa Rica y es el software oficial de la principal empresa agroindustrial de leche, la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. Es además la fuente de datos y soporte de la Cámara Nacional de Productores de Leche y la Asociación de Mejoramiento de Hatos Lecheros. Está presente en fincas de Guatemala, Honduras, Nicaragua, El Salvador, Panamá, Colombia, Bolivia y México.

En la figura 3.1 se describe en términos generales el funcionamiento del sistema de información. A nivel de hato, el personal encargado ingresa los eventos de distintos tipos (productivos, reproductivos y sanitarios) al programa VAMPP. Esta información es respaldada y enviada periódicamente a la industria y a la Escuela de Medicina Veterinaria (Universidad Nacional); donde se centraliza la información, para después procesarla y difundirla como reportes de parámetros nacionales a la industria, a los hatos y a las organizaciones ganaderas. La difusión incluye publicaciones científicas y técnicas, además de ponencias orales.

Aunque la industria y las organizaciones ganaderas también procesan información, el enfoque depende de los intereses particulares de cada producción, por lo que la difusión puede ser específica.



Análisis estadístico

Con el fin de ilustrar el impacto del sistema de información, se realizó un análisis estadístico descriptivo sobre la población total de fincas usuarias del programa VAMPP® en Costa Rica.

El análisis se enfocó en los siguientes aspectos:

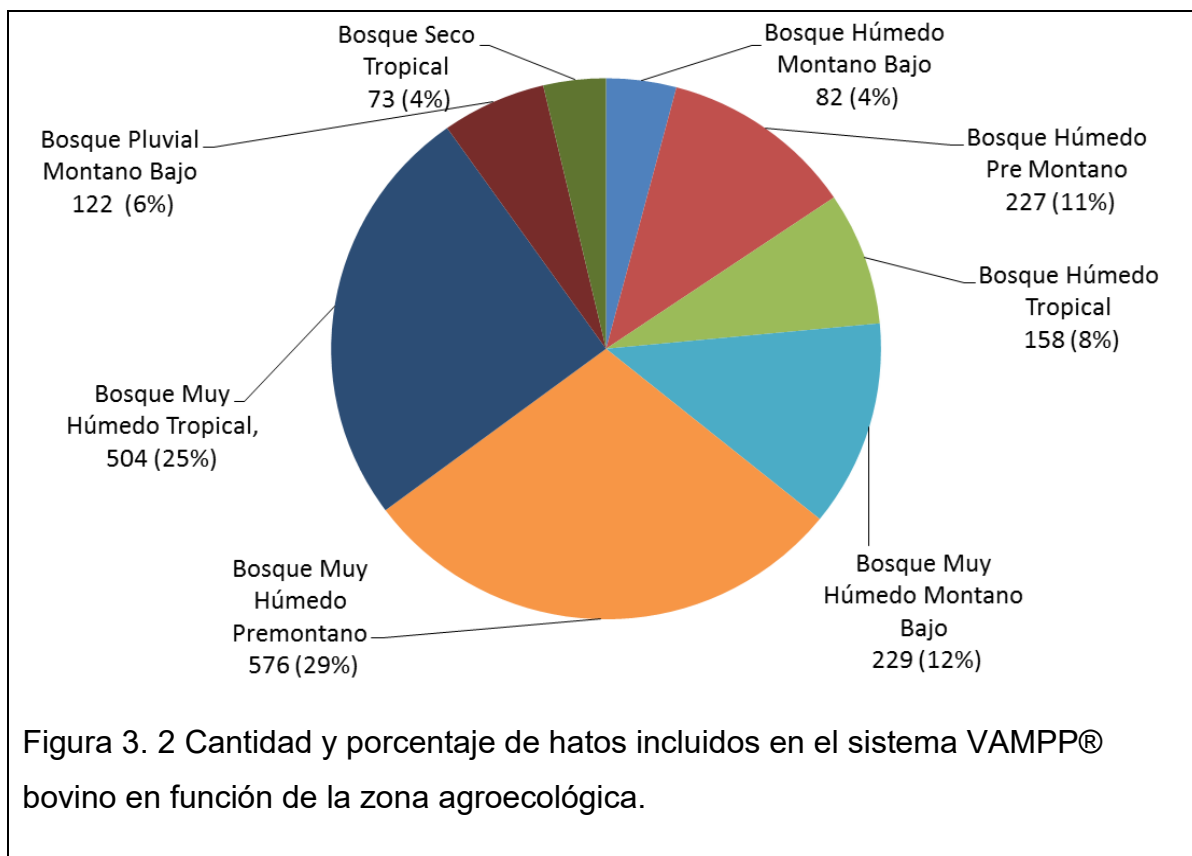
- Evolución en la cantidad de hatos ingresados en el sistema desde la introducción del programa por el proyecto CRIPAS.
- Distribución de hatos según sistema de producción (Lechería especializada o Doble Propósito).
- Distribución de los hatos según Zona Agroecológica (Holdridge, 1987).
- Distribución de hatos según año de inicio y actualización de la información en el sistema VAMPP®.

- Sumarización de la cantidad de información disponible en la base de datos según tipo de evento.
- Evaluación de tendencias en parámetros de rendimiento por raza dentro de zona.
- Evaluación de impacto a nivel de producción académica.

3.3 RESULTADOS

Se contabilizó un total de 1987 hatos con información disponible en la base de datos VAMPP (a set. 2016), de los cuales 1758 (88.5%) corresponden a Lecherías Especializadas y 11.5% a explotaciones de Doble Propósito. Según el sistema “Ecología basada en zonas de vida” (Holdridge, 1987), estos hatos se encuentran ubicados en ocho diferentes zonas agroecológicas, entre las cuales el Bosque Muy Húmedo Premontano y el Bosque Muy Húmedo Tropical son las que presentan una mayor concentración de hatos, con 29 y 25% respectivamente (Figura 3.2).

El tamaño de hato más frecuente va de los 21 a los 40 animales y representa el 36.5% de los hatos, seguido del 33.54% que tienen entre 5-20 vacas, sólo el 4.07% de los hatos tienen más de 100 cabezas de ganado.



El ingreso de los hatos al sistema de información se inició desde mediados de la década de los 80, mostrando un mayor auge en el decenio entre 1994-2004 (Figura 3.3). Históricamente esta base de datos ha logrado captar aproximadamente al 74% de los hatos que han ingresado alguna vez sus registros en VAMPP, y el porcentaje de hatos con información actualizada al último año es de aproximadamente un 25%. Para los hatos incluidos en el sistema, el promedio de años de seguimiento es de 8.4 años (D.E 7.5), con una mayor cantidad de hatos concentrados en el rango entre 1 y 11 años de información acumulada en VAMPP®.

Entre los eventos contenidos en la base de datos centralizada se contabilizan (a set 2016) un total de 572 135 vacas con registros reproductivos, 1 071 330 partos, 971 841 lactancias con al menos 1 registro de producción, 14 771 021 registros de

pesaje diario de leche y 384 098 eventos relacionados con salud del animal (mastitis, lesiones podales, desparasitaciones, etc).

Al tratarse de un sistema de información de hato, cabe destacar que existen diferencias marcadas en relación al tipo y cantidad de eventos que se registran en VAMPP. La información de eventos de partos y servicios es la más completa, dado que es esencial para el funcionamiento del sistema. Otros eventos, tales como el registro de producción, calidad de leche o eventos de salud, se registran en menor grado; dependiendo de los intereses específicos de cada productor.

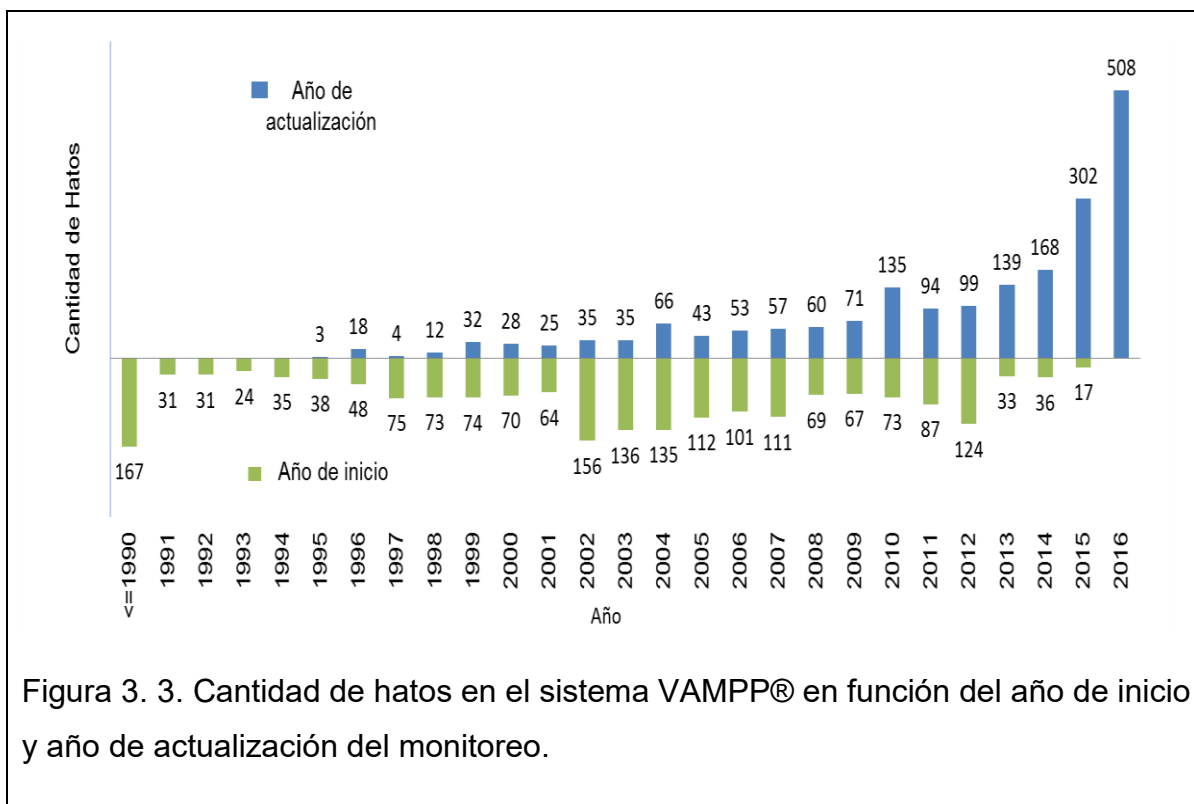
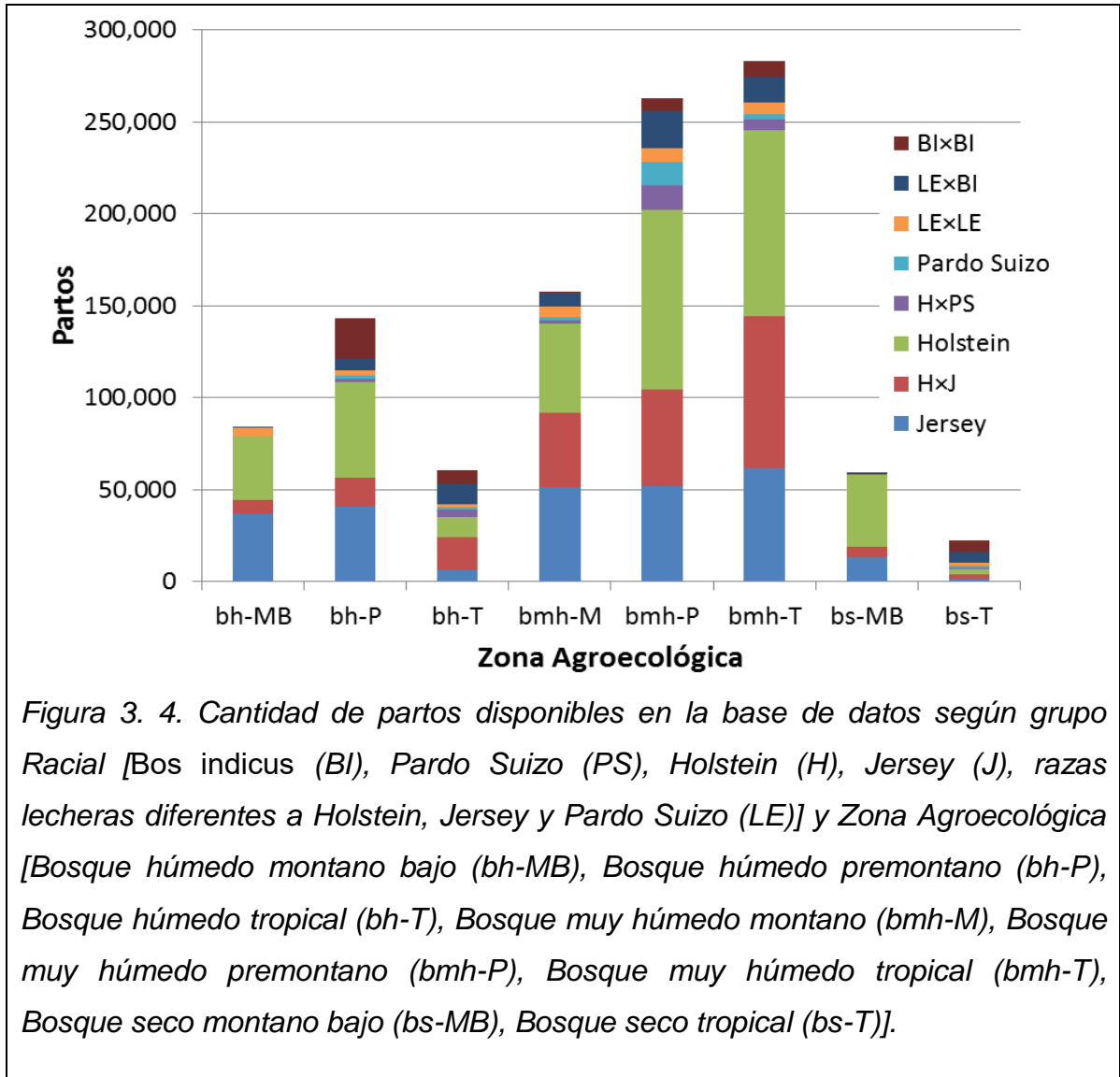


Figura 3. 3. Cantidad de hatos en el sistema VAMPP® en función del año de inicio y año de actualización del monitoreo.

Entre los partos que se registran en el sistema de información, la mayor cantidad proviene de hatos ubicados en las zonas bosque muy húmedo premontano (bmh-P) y bosque muy húmedo tropical (bmh-T), y en su mayoría corresponden a las razas Holstein, Jersey y el cruce de ambas (HxJ). Existe también información

sobre otras razas lecheras y cruces entre razas lecheras y cárnicas, aunque en cantidad mucho menor a las anteriores (Figura 3.4).



La información disponible ha permitido generar estadísticas poblacionales por raza y zona para diferentes parámetros productivos y reproductivos, tales como los días abiertos (Figura 3.5). Estos resultados permiten apreciar el comportamiento de distintas razas dentro de una misma zona, o de una misma raza para diferentes zonas. Por ejemplo, se aprecia una tendencia marcada de alrededor de 20 días abiertos menos en la raza Jersey con respecto a la raza Holstein para las tres

zonas estudiadas. Asimismo, se observa una tendencia a un incremento de hasta 8 días para las razas Holstein y Jersey en la zona más baja y caliente (bmh_t), en comparación con la zona más alta y más fría (bmh_m). También es posible apreciar que los días abiertos en el cruce Holstein×Jersey son mucho menores que el promedio de ambas razas.

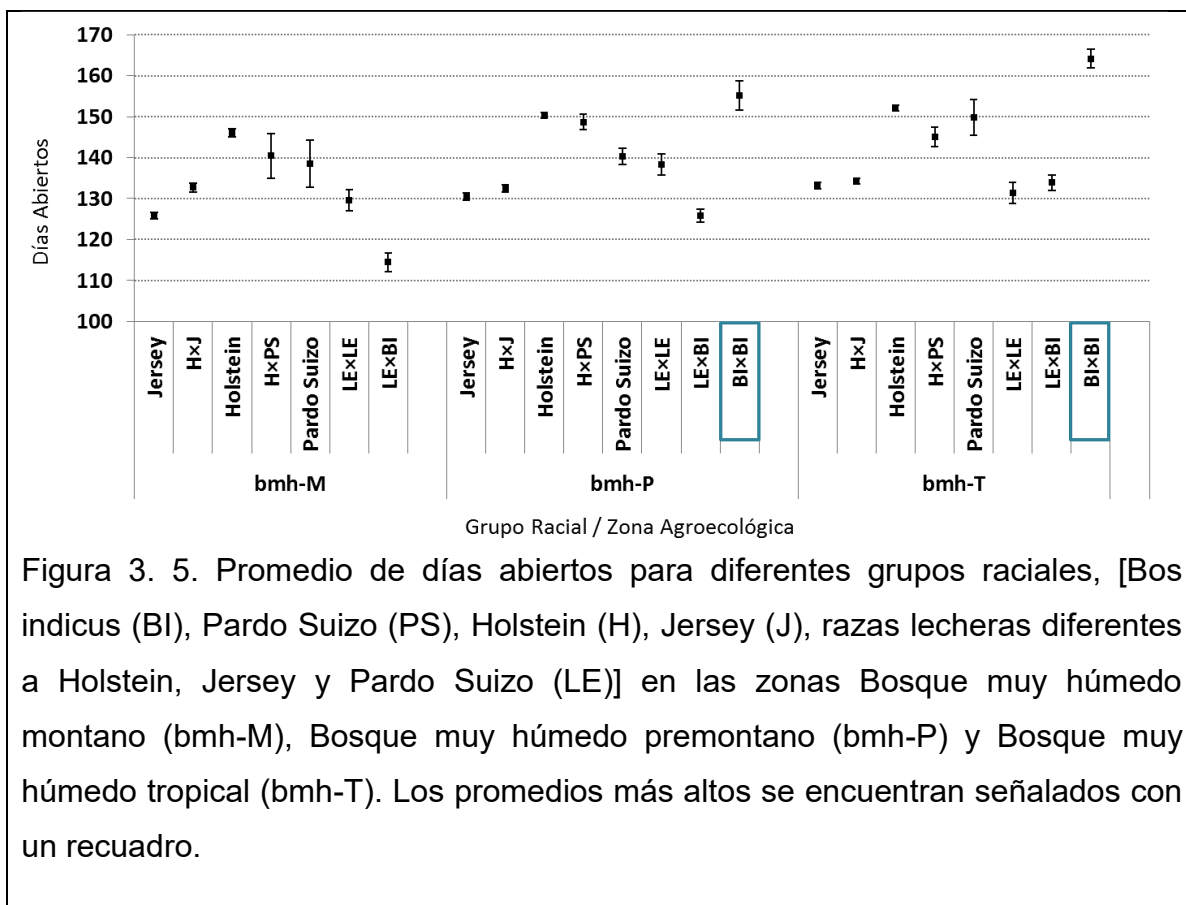


Figura 3. 5. Promedio de días abiertos para diferentes grupos raciales, [Bos indicus (BI), Pardo Suizo (PS), Holstein (H), Jersey (J), razas lecheras diferentes a Holstein, Jersey y Pardo Suizo (LE)] en las zonas Bosque muy húmedo montano (bmh-M), Bosque muy húmedo premontano (bmh-P) y Bosque muy húmedo tropical (bmh-T). Los promedios más altos se encuentran señalados con un recuadro.

Similares apreciaciones pueden obtenerse sobre la producción de leche por lactancia (Figura 3.6), donde la raza Holstein presenta marcada superioridad para las tres zonas agroecológicas. Diferencias de hasta 2000 kg pueden observarse entre distintos tipos raciales dentro de una misma zona agroecológica. Asimismo, el rendimiento de una raza como la Holstein en zona baja (bmh_t) es casi 1000 kgs menos que en la zona intermedia (bmh-p).

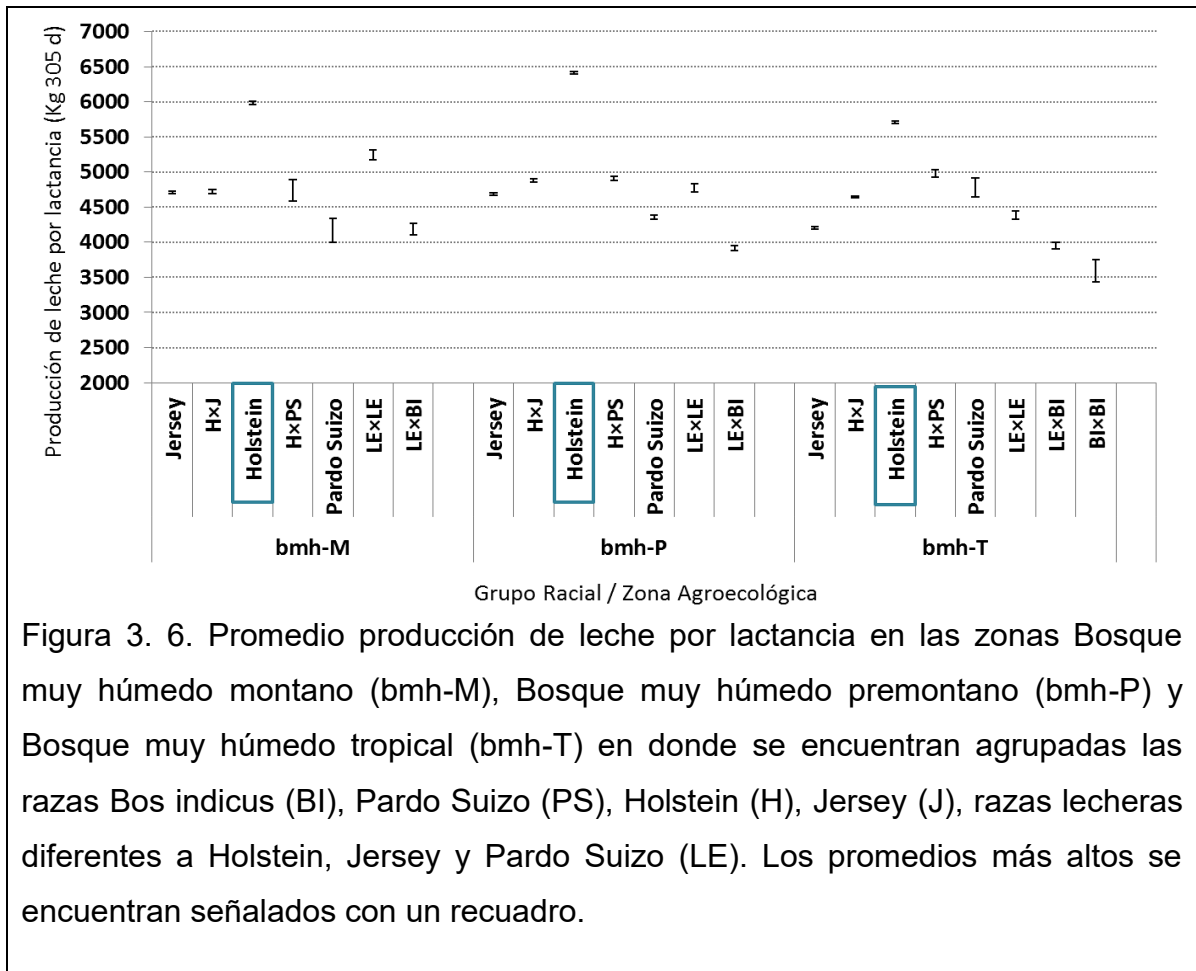


Figura 3. 6. Promedio producción de leche por lactancia en las zonas Bosque muy húmedo montano (bmh-M), Bosque muy húmedo premontano (bmh-P) y Bosque muy húmedo tropical (bmh-T) en donde se encuentran agrupadas las razas Bos indicus (BI), Pardo Suizo (PS), Holstein (H), Jersey (J), razas lecheras diferentes a Holstein, Jersey y Pardo Suizo (LE). Los promedios más altos se encuentran señalados con un recuadro.

Además de las tendencias interraciales e interregionales es posible también evaluar las tendencias a lo largo del tiempo (Figura 3.7). Por ejemplo, es posible apreciar un claro incremento en producción de leche durante el periodo transcurrido desde 1987 hasta 2016; más marcado en el caso de la raza Holstein, que mostró un incremento desde los 5000 kg hasta a los 8000 kg de leche producida a los 305 días. Tendencias similares se pueden generar para distintos parámetros productivos y reproductivos, categorizando la información según se requiera, ya sea a nivel de hato, raza, región o a nivel nacional.

En relación a lo anterior, cabe recalcar que este sistema de información proporciona la base para evaluaciones genéticas periódicas, que permiten la obtención de estimados de potencial genético para animales en la población. Los resultados de estas evaluaciones son retroalimentados a los hatos por vía electrónica y divulgada a través de internet y publicaciones técnicas.

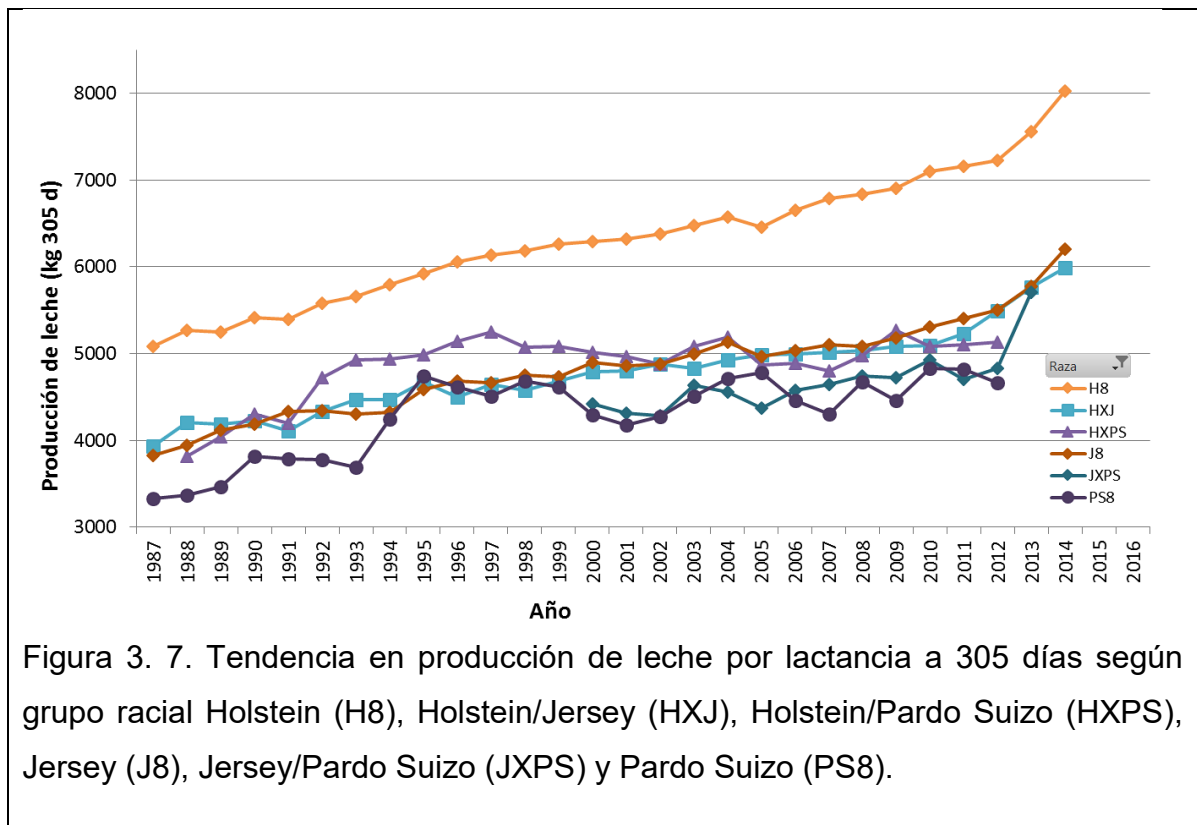


Figura 3. 7. Tendencia en producción de leche por lactancia a 305 días según grupo racial Holstein (H8), Holstein/Jersey (HXJ), Holstein/Pardo Suizo (HXPS), Jersey (J8), Jersey/Pardo Suizo (JXPS) y Pardo Suizo (PS8).

En cuanto a su contribución a la academia y la investigación, este sistema de información ha sido utilizado como herramienta base en la publicación de al menos 70 artículos, así como en la producción de al menos 39 tesis de grado y 29 tesis de posgrado.

3.4 DISCUSIÓN

Las Tecnologías de información (TI) se volvieron herramientas de suma importancia desde la década de los 90's donde la expresión "economía basada en el conocimiento" tomó un lugar en la vida económica moderna; la expresión se refiere a que el éxito de las empresas en conjunto con la economía de un país depende cada vez más de su efectividad para generar y utilizar conocimientos (Vilaseca *et al.*, 2002; Pérez *et al.*, 2006).

Para divulgar herramientas y tecnologías se requiere promover un diálogo permanente y participativo que no puede ser de una sola vía o lineal (Ghezán e Iriarte, 1999; Pamuk *et al.*, 2014). En el caso del programa VAMPP bovino, el hecho de contemplar por lo menos tres eslabones que se relacionan y retroalimentan, permite solucionar problemas como la falta de actualización, falta de respaldo e interés de empresas involucradas en la ganadería, administración de recursos y personal, además de las visitas o seguimiento periódico para asegurarse de que la tecnología sigue siendo utilizada. Por otro lado, obedece los Criterios de Evaluación de la Seguridad de las Tecnologías de la Información que son: a) Confidencialidad, es decir, evitar la divulgación de información prohibida para lo cual la EMV genera estadísticas nacionales, en donde los productores se pueden comparar sin necesidad de saber quién es quién. b) Integridad, que se refiere a evitar la modificación de la información, este requisito es cubierto desde el ingreso de información debido a la cantidad de candados que tiene el programa; y c) Disponibilidad, lo que significa evitar la prohibición o la retención de recursos (Cabral *et al.*, 2009), característica que se cubre con las publicaciones científicas y foros técnicos y profesionales. Si además se le suman los métodos para centralizar la información, que en este caso depende de una escuela y no de un sector privado, la tecnología se vuelve más confiable en términos de calidad de información y menos costosa para los países en desarrollo donde no existe presupuesto para este tipo de actividades (Verstegen, 1997)

La adopción de tecnología es un proceso mental que comienza con el primer conocimiento y termina cuando el individuo incorpora a su sistema de trabajo la nueva herramienta (Salas *et al.*, 2013), en otras palabras, el éxito de la adopción de tecnología es que esta sea absorbida y no adherida. Del total de hatos contabilizados en este trabajo, el mayor porcentaje (88.5%) se concentra en las lecherías especializadas, aunque la mayoría de estos sistemas no rebasan los 40 animales; este caso resulta interesante al ir en contra de lo que varios autores asocian con la adopción y transferencia de innovaciones que es el tamaño de la producción. Tomaszewski *et al.* (2000) y Baaijen y Pérez (1995) señalan que hay un fuerte sesgo de adopción y uso por parte de los productores de mayor escala debido a un mayor nivel administrativo.

La observación clave de este estudio es que los ganaderos no aprenden aisladamente, aunque esta aseveración no es nueva, el valor radica en analizar el apoyo entre ganaderos junto con el intercambio de información que fluye entre eslabones participantes; el reconocimiento de ganaderos e industria como codesarrolladores de conocimiento impulsa las innovaciones y la ganadería de precisión de tal manera que es fácil identificar cualquier cambio y permite plantear una estrategia para sobrellevarlo (Udo y Brouwer, 1993; Eastwood *et al.*, 2009).

Con la tecnología, además de generar y procesar información, se facilita el acceso a grandes volúmenes de datos en periodos cortos y que se transmiten a destinos lejanos con costos menores y en tiempo real (Pérez *et al.*, 2006), incluso a áreas que algunos autores clasifican como desfavorecidas por encontrarse cercanas a montañas (Argiles y Slof, 2003) como es el caso de las zonas agroecológicas más comunes en este estudio que son el Bosque Húmedo Premotano y el Bosque muy Húmedo Tropical. El hecho de que la mayoría de los hatos se encuentren en zonas aledañas a macizos montañosos sin ser las más vulnerables sugiere que las mayores tasas de difusión no dependen sólo de la falta de infraestructura,

políticas o servicios, sino del intercambio de experiencias entre productores (Kabunga *et al.*, 2012; Lambrecht *et al.*, 2014).

Los productores agrícolas y ganaderos se rezagaron en la adopción y el uso de computadoras en la década de los 80's (Ascough *et al.*, 1999). Autores como Batte *et al.* (1990) y Woodburn *et al.*, (1994), afirmaron que la aceptación aumentaría sustancialmente en 1990 como fue el caso de la adopción del VAMPP, en donde el mayor ingreso de hatos al sistema se dio entre 1994 y 2004; se presume que la aceptación de TI en el sector agropecuario fue gracias a la apertura económica de los mercados y al crecimiento del internet (Dedrick *et al.*, 2003). Estos procesos de cambio no sólo lucharon contra tradiciones sumamente arraigadas y bajos niveles de educación, sino con sistemas de organización social inapropiados e instituciones y políticas públicas francamente disuasivas, problemas comunes en América Latina (Ghezán e Iriarte, 1999). La impresión de autores que reportaron el caso del VAMPP en etapas tempranas fue que los ganaderos costarricenses habían estado desprovistos de apoyo científico durante tanto tiempo que estuvieron muy dispuestos a darle una oportunidad al programa y a su metodología (Baaijen y Pérez 1995), permitiendo acumular por más de 5 años consecutivos información, un caso único o por lo menos muy raro en países latinos.

El valor de la información está influenciado por el tipo y la cantidad de datos (Cornou y Kristensen, 2013), básicamente, solo tienen valor si conducen a una acción y reducen la incertidumbre en la toma de decisiones (Kristensen *et al.*, 2012), es probable que por esta razón, los registros reproductivos sean los más reportados, pues constituyen el evento primario y decisivo para alcanzar una mayor producción de leche (Cuevas *et al.*, 2013).

Los avances en los sistemas de registro y procesamiento de datos electrónicos han proporcionado un fuerte apoyo a los productores al poner la información

adecuada al alcance de los usuarios (Verstegen, 1997); para el caso del VAMPP además de la disponibilidad de información, la categorización por zonas agroecológicas permite el análisis de estratos semejantes, con lo que la comparación de competitividad se vuelve más justa y permite la implementación de metodologías orientadas a la solución de problemas y no como métodos atenuantes.

Para el desarrollo de una tecnología es necesario considerar las circunstancias de producción actual y futura en el sector en el que se implemente para evitar un mal desempeño (Vargas *et al.*, 2002). Por ejemplo, la rápida adopción de la genética norteamericana y el aumento asociado de la producción de leche en los países que dependen en gran medida del pastoreo, han creado una situación en la cual la genética no coincide con las prácticas locales de manejo y alimentación (Macmillan *et al.*, 1996; Lucy, 2001). Las bases de datos costarricenses les han permitido a las producciones ajustarse, definiendo el tipo de vaca que mejor se adapta a las condiciones del medio y de los mercados, en donde las razas puras de ganado *Bos taurus* han liderado los mejores promedios de producción, pero no de rasgos reproductivos.

Aunque los animales como individuos son el valor potencial de la toma de decisiones (Vestegen 1997), las producciones funcionan como una empresa por lo que es necesario tener el panorama completo, es decir, el análisis de poblaciones se vuelve sumamente importante. Algunos investigadores han resumido el comportamiento de los registros más completos que pertenecen a la Asociación de Mejoramiento de Ganado Lechero, DHIA por sus siglas en inglés, han demostrado que el rendimiento reproductivo en los hatos lecheros ha empeorado con los años pero la producción de leche ha aumentado (Lucy, 2001) rasgo similar a lo observado en la tendencia anual de producción por raza de este trabajo, lo que puede indicar que la selección genética se ha compaginado con un entorno mundial cambiante y cada vez más exigente.

De manera general, las barreras para introducir nuevas tecnologías son el costo, la falta de personal capacitado, la falta de acompañamiento técnico, dificultades para que el software se adapte al sistema existente, la disposición de los trabajadores y la indecisión de los dueños debido a los puntos antes mencionados (Martínez *et al.*, 2002; Varela, 2010); cuando estas dificultades reciben la asistencia planificada los productores conocen, prueban, utilizan y recomiendan todo aquello que los ayude a enfrentar los retos de la globalización.

3.5 BIBLIOGRAFÍA

1. Argiles, J. M., & Slof, E. J. (2003). The use of financial accounting information and firm performance: an empirical quantification for farms. *Accounting and Business Research*, 33(4), 251-273.
2. Arunachalam, S. (2002). Reaching the Unreached: How Can We Use ICTs to Empower the Rural Poor in the Developing World through Enhanced Access to Relevant Information?
3. Ascough II, J. C., Hoag, D. L., Frasier, W. M., & McMaster, G. S. (1999). Computer use in agriculture: an analysis of Great Plains producers. *Computers and electronics in agriculture*, 23(3), 189-204.
4. Baaijen, M., & Pérez, E. (1995). Information technology in the Costa Rican dairy sector: A key instrument in extension and on-farm research. *Agriculture and Human values*, 12(2), 45-51.
5. Batte, M. T., Rister, E., Frank, G., Schnitkey, G. D., King, R. P., Dobbins, C. L., ... & Fuller, E. (1995). Adoption and use of farm information systems.
6. Cabral Ribeiro, P. C., Scavarda, A. J., Batalha, M. O., & Bailey, D. (2009). Application of an IT Evaluation Method: Case Studies in American Ranches. *International Journal of e-Business Management*, 3(2), 24.

7. Cornou, C., & Kristensen, A. R. (2013). Use of information from monitoring and decision support systems in pig production: Collection, applications and expected benefits. *Livestock Science*, 157(2), 552-567.
8. Cuevas Reyes, V., Baca del Moral, J., Cervantes Escoto, F., Espinosa García, J. A., Aguilar Ávila, J., & Loaiza Meza, A. (2013). Factores que determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 4(1), 31-46.
9. Dedrick, J., Gurbaxani, V., & Kraemer, K. L. (2003). Information technology and economic performance: A critical review of the empirical evidence. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 35(1), 1-28.
10. Eastwood, C. R., Chapman, D. F., & Paine, M. S. (2009). Farmers as co-developers of innovative precision farming systems. In EFITA (European Federation of Information Technology in Agriculture) Conference.
11. Ghezán, G. B., & S Iriarte, L. (1999). Análisis prospectivo de la demanda tecnológica en el sistema agroindustrial (No. IICA-PROCISUR E14 8). IICA, Montevideo (Uruguay). Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario del Cono Sur-PROCISUR ISNAR, La Haya (Países Bajos) BID, Washington, DC (EUA).
12. González, L.E. (2011). VAMPP: una herramienta para conocer la productividad de la finca. Páginas 21-25.
13. Holdridge, LR. 1987. *Ecología basada en zonas de vida*. Trad. por Humberto Jiménez Saa. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
14. Kabunga, N.S.; Dubois, T.; Qaim, M. (2012). Yield effects of tissue culture Bananas in Kenya: Accounting for selection bias and the role of complementary inputs. *Journal of Agricultural Economics*, 63(2), 444-464.
15. Kristensen, A. R., Nielsen, L., & Nielsen, M. S. (2012). Optimal slaughter pig marketing with emphasis on information from on-line live weight assessment. *Livestock Science*, 145(1), 95-108.

16. Lambrecht, I.; Vanlauwe, B.; Merckx, R.; Maertens, M. (2014). Understanding the process of agricultural technology adoption: Mineral fertilizer in Eastern DR Congo. *World Development*, 59, 132-146.
17. Lucy, M. C. (2001). Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *Journal of dairy science*, 84(6), 1277-1293.
18. Macmillan, K. L., Lean, I. J., & Westwood, C. T. (1996). The effects of lactation on the fertility of dairy cows. *Australian Veterinary Journal*, 73(4), 141-147.
19. Martínez, A., Blanco, F., Mirón, S. I., Machado, H., & Hernández, J. S. (2002). Factores que influyen en la difusión de tecnologías apropiadas para la ganadería. In *Anales de estudios económicos y empresariales* (No. 15, pp. 49-62). Servicio de Publicaciones.
20. Noordhuizen, J. P. T. M., & Buurman, J. (1984). VAMPP: a Veterinary Automated Management and Production control Programme for dairy farms (the application of MUMPS for data processing). *Veterinary Quarterly*, 6(2), 66-72.
21. Pamuk, H., Bulte, E., & Adekunle, A. A. (2014). Do decentralized innovation systems promote agricultural technology adoption? Experimental evidence from Africa. *Food Policy*, 44, 227-236.
22. Pérez E., Baayen M.T., Capella E., Barkema H. 1989. Development of a livestock information system for Costa Rica. In Kuil, H; Palin, RW; Huhn, JE. eds. *Livestock Production and Diseases in the Tropics*. Proceedings 4th International Conference Inst. Trop. Vet. Med. Utrecht; The Netherlands. p. 221-224.
23. Pérez, A., Milla, M., & Mesa, M. (2006). Impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en la agricultura. *Cultivos Tropicales*, 27,11-17.
24. Quirós, E. (2006). *Historia de la Ganadería Bovina en Costa Rica*. CORFOGA, Corporación Ganadera. Disponible en http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pdf/Historia_Ganaderia_bovina.pdf

25. Rojas J; Romero J.J.; Estrada, S. (2011) VAMPP: Un programa en constante evolución. *Ventana Lechera*, 16(5), 47-56.
26. Romero, Z.J.J., Rojas, C.J., & Estrada, K.S. (2011). El programa VAMPP bovino como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en los sistemas de producción bovinos. *Ventana Lechera*, 16(5), 4-14.
27. Ruíz Paz, M. E. (1993). La investigación pecuaria en el desarrollo agrícola sostenible. In 9. Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales 18-22 Oct 1993 San José (Costa Rica) (No. 630.97286 C749a 1993). Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica, San José (Costa Rica).
28. Salas González, J. M., Leos Rodríguez, J. A., Sagarnaga Villegas, L. M., & Zavala-Pineda, M. J. (2013). Adopción de tecnologías por productores beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 4(2), 243-254.
29. Tomaszewski, M. A., Asseldonk, M. A. P. M., Dijkhuizen, A. A., & Huirne, R. B. M. (2000). Determining farm effects attributable to the introduction and use of a dairy management information system in The Netherlands. *Agricultural Economics*, 23(1), 79-86.
30. Udo, H. M. J., & Brouwer, B. O. (1993). A computerised method for systematically analysing the livestock component of farming systems. *Computers and Electronics in Agriculture*, 9(4), 335-356.
31. Varela Marcia. (2010). Impacto de los instrumentos de transferencia de tecnológica agropecuaria en Chile. Consejo Nacional de Innovación para la competitividad. Fundación Chile.
32. Vargas, B., Groen, A. F., Herrero, M., & Van Arendonk, J. A. (2002). Economic values for production and functional traits in Holstein cattle of Costa Rica. *Livestock Production Science*, 75(2), 101-116.
33. Verstegen, J. A. A. M. (1997). Outlining economic modules for farm management information systems in Costa Rica.

34. Vilaseca, J., Torrent, J., & Díaz, Á. (2002). La economía del conocimiento: paradigma tecnológico y cambio estructural. Un análisis empírico e internacional para la economía española.
35. Woodburn, M. R., Ortmann, G. F., & Levin, J. B. (1994). Computer use and factors influencing computer adoption among commercial farmers in Natal Province, South Africa. *Computers and Electronics in agriculture*, 11(2-3), 183-194.

IV. CAPÍTULO 2: EL IMPACTO DE LOS REGISTROS COMPUTARIZADOS EN EL RENDIMIENTO DE DATOS LECHEROS DE COSTA RICA

4.1 INTRODUCCIÓN

Para que una unidad sea productiva y eficiente, es necesario que el productor sea capaz de evaluar el impacto de cada evento que tiene lugar en la finca (Gutiérrez, 2012). Los registros son la herramienta más eficaz para conocer el comportamiento de producción y productividad, así como las particularidades de cada explotación pecuaria.

En la actualidad, existen herramientas computacionales que facilitan el análisis de registros y acortan drásticamente el tiempo en que los datos son procesados (Ferrero, 2004; Pérez *et al.*, 2006). Estos programas forman parte de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) (Sánchez, 2015) y los Sistemas de Información Gerencial (MIS por sus siglas en inglés) (Verstegen *et al.*, 1995). Son herramientas para la automatización de los procesos existentes y facilitan los cambios que pueden conducir al crecimiento de la productividad, si se utilizan para tomar decisiones y estimar riesgos de producción (King y Sonka, 1985 citado por Jones *et al.*, 1990; Amponsah, 1995; Dedrick *et al.*, 2003).

Aunque los primeros esfuerzos para analizar el impacto de la tecnología han encontrado relaciones estadísticamente significativas entre el uso de las computadoras para el mantenimiento de registros y un mayor nivel de producción (Losinger y Heinrichs, 1996; Tomazewski *et al.*, 1997), alentar al sector agropecuario para usar Sistemas de Información Gerencial no ha sido tan sencillo como con las innovaciones técnicas (Morris *et al.*, 1995).

Una de las razones más importantes del porqué la baja o nula adopción es la dificultad para cuantificar el efecto directo de la tecnología, ya que cuanto más grande es, menos tangible resulta la mejoría (Verstegen *et al.*, 1995). Van

Asseldonk y colaboradores (1999) atribuyen esta dificultad a que los procesos multidisciplinarios del sector se pueden ver afectados por una misma decisión en mayor o menor medida. Además, la mayoría de las metodologías descritas se enfocan en hacer una comparación antes y después de la adopción o comparan a los adoptantes con los no adoptantes (Griffith *et al.*, 2006; Parisi *et al.*, 2006) sin la existencia de información previamente validada (Varela, 2010).

Aunque estos enfoques han sido de gran utilidad, se podría estar realizando una subestimación de los efectos de las MIS debido a que es difícil determinar en qué punto del tiempo un productor empieza a utilizar eficazmente estas herramientas (Verstegen *et al.*, 1995). Actualmente existen bases de datos cuya integridad y consistencia permiten la comparación estandarizada de la información, lo que facilitaría que los modelos estadísticos se acerquen a la realidad exponiendo el impacto de los sistemas de información pecuarios (Romero *et al.*, 2011), tal es el caso del Programa Automatizado para el Control de la Producción y Manejo Veterinario, VAMPP® por sus siglas en inglés; que cuenta con una base de datos nacional centralizada con un total de 1987 usuarios y un registro histórico anterior a 1990.

La mejor manera de difundir lo que se conoce como una nueva tecnología dentro de un sector, es demostrando que ésta ofrece ventajas de importancia en términos de eficiencia, eficacia y de ingresos monetarios (Pérez *et al.*, 2006). El objetivo de este capítulo fue evaluar los posibles efectos de la utilización intensiva de las TIC y MIS en la productividad, particularmente, la influencia del VAMPP bovino® en Costa Rica, ayudando a acreditar las ventajas que pueden ofrecer estas herramientas tecnológicas bajo el supuesto de que todo lo que se puede medir, se puede mejorar.

4.2 MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó bajo un enfoque no experimental retrospectivo. Inicialmente, se contó con una población de hatos lecheros y de doble propósito usuarios del

programa VAMPP bovino®. Estos hatos variaron ampliamente en el nivel de uso del programa y en los años de seguimiento, presentando un promedio 8.4 años (D.E 7.5) de información acumulada en VAMPP®.

En el presente análisis se utilizó un subgrupo de hatos dentro de esta población a partir del siguiente procedimiento:

Selección de hatos/año y variables

Se utilizó únicamente la información proveniente de hatos de Lechería Especializada con un mínimo de 5 vacas adultas contribuyendo al cálculo de los parámetros reproductivos anuales. Se consideraron hatos que contaron con un mínimo de 5 años consecutivos completos de información registrada en VAMPP® y para los hatos de mayor trayectoria sólo se utilizó la información de los primeros 10 años de seguimiento.

En función de su importancia para la rentabilidad de los sistemas de producción lechera, se seleccionaron 6 variables de rendimiento relacionadas con aspectos reproductivos, productivos y sanitarios (Cuadro 4.1). Estas variables fueron evaluadas cada año dentro del hato (hato/año) y se definen como:

- Edad al Primer Parto (EPP): Promedio de meses transcurridos desde el nacimiento hasta el primer parto, para todas las vacas con un primer parto en el hato/año respectivo.
- Intervalo Parto Concepción (IPC): Promedio de días transcurridos desde el parto hasta la concepción confirmada, para todas las vacas concebidas en el hato/año respectivo.
- Producción de leche diaria (PROD): Promedio de kilogramos de leche por vaca calculado a partir de todas las pesas individuales diarias de leche en el hato/año respectivo.
- Vida Productiva (VPR): Promedio de años en producción transcurridos desde el primer parto hasta el descarte, sin contabilizar periodos secos, para todas las vacas con un descarte en el hato/año respectivo.

- Incidencia lactacional de mastitis (%MAST): Porcentaje de lactancias con al menos un evento reportado de mastitis clínica, en relación al total de lactancias iniciadas en el hato/año respectivo.
- Incidencia lactacional de lesiones podales (%POD): Porcentaje de lactancias con al menos un evento reportado de lesión podal, en relación al total de lactancias iniciadas en el hato/año respectivo.

Agrupación de hatos según el nivel de adopción del programa VAMPP®.

Se establecieron 3 niveles de adopción con base en la consistencia de los registros en las variables definidas previamente (Cuadro 4.1).

El nivel Bajo de adopción estuvo conformado por hatos que contaron con al menos 5 años consecutivos de información de tipo reproductiva. El nivel Medio incluyó los hatos que contaron con al menos 5 años consecutivos de datos reproductivos y productivos. Por último, el nivel Alto de adopción incluyó los hatos con al menos 5 años consecutivos de información productiva, reproductiva y de salud.

Cuadro 4. 1. Niveles de Adopción en función de la consistencia del registro en
--

VAMPP® de variables clave en las áreas Reproductiva, Productiva y de Salud.				
<u>Parámetros</u>	<u>Escala</u>	<u>Nivel de Adopción</u>		
		<u>Bajo</u>	<u>Medio</u>	<u>Alto</u>
<u>Categoría Reproductiva</u>				
Edad al Primer Parto (EPP)	meses	(+)	(+)	(+)
Intervalo Parto Concepción (IPC)	días	(+)	(+)	(+)
<u>Categoría Productiva</u>				
Producción de leche diaria (PROD)	Kg	(-)	(+)	(+)
Vida Productiva (VPR)	años	(-)	(+)	(+)
<u>Categoría de Salud</u>				
Incidencia de mastitis (%MAST)	%	(-)	(-)	(+)
Incidencia de lesiones podales (%POD)	%	(-)	(-)	(+)
^a (+) Disponibilidad o (-) No disponibilidad de al menos 5 años consecutivos de información registrada en VAMPP® para la variable respectiva.				

Análisis de tendencias.

Las variables descritas fueron analizadas mediante un Modelo Mixto Lineal Generalizado utilizando el procedimiento GLIMMIX (Schabenberger, 2005) del programa SAS (SAS Inst. Inc. 2009). El modelo estadístico fue el siguiente;

$$Y = \beta_0 + \beta_1ZA + \beta_2RP + \beta_3TH + \beta_4PC + \beta_5NA_VAMPP + \beta_6AS_VAMPP + \beta_7NA_VAMPP \times AS_VAMPP + eh + ih + \xi$$

Donde;

Y	=	Variables de respuesta, según se describieron previamente, medidas a nivel de hatos/año.
μ	=	Intercepto.
ZA	=	Efecto fijo de la Zona Agroecológica según Holdridge, 1987 [Bosque Húmedo (Tropical, Montano Bajo o Premontano), Bosque muy Húmedo (Tropical, Montano Bajo o Premontano), Bosque Pluvial Pre-Montano].
RP	=	Efecto fijo de la Raza Predominante (Holstein, Jersey, cruces de Holstein×Jersey, cruces entre razas lecheras, cruces entre razas lecheras× <i>Bos indicus</i> , otros grupos raciales).
TH	=	Efecto fijo de Tamaño de hatos según categorías basadas en cantidad de vacas en producción en el hatos/año respectivo (1= entre 5 y 20, 2= entre 20 y 40,...5= 100 o más vacas).
PC	=	Efecto fijo de Periodo calendario, en quinquenios (<=1990, 1991-1995, 1996-2000, 2001-2005, 2006-2010, ≥2010).
NA_VAMPP	=	Efecto fijo del Nivel de Adopción del programa VAMPP® (según Cuadro 1).
AS_VAMPP	=	Efecto fijo del Año de seguimiento en VAMPP (1, 2, 3... 10).
NA_VAMPP ×AS_VAMPP	=	Efecto fijo de interacción entre Nivel de Adopción y Año de seguimiento en VAMPP
<i>eh</i>	=	Efecto aleatorio asociado con la variación entre hatos.
<i>ih</i>	=	Efecto aleatorio asociado con la variación intra hatos. Este efecto cuantifica la interdependencia que existe entre mediciones repetidas en años sucesivos dentro de un mismo hatos, la cual se modeló asumiendo una estructura de Auto-Correlación de primer orden.
ξ	=	Error residual aleatorio.

En la construcción del modelo se exploró el ajuste de diferentes distribuciones de probabilidad para cada variable analizada. Para las variables EPP, IPC, PROD y VPR se observó un mejor ajuste de la distribución normal, mientras que para las variables %MAST y %POD se obtuvo un mejor ajuste de la distribución LogNormal. Con base en las distribuciones ajustadas se definieron valores de corte mínimos y máximos para cada variable analizada con el fin de evitar el sesgo causado por valores extremos.

A partir de las soluciones del modelo se obtuvieron estimados de medias marginales e intervalos de confianza 95% para los diferentes Niveles de Adopción y Años de Seguimiento.

Impacto Económico.

Para estimar el impacto económico de la implementación del MIS (VAMPP Bovino) se utilizó un enfoque basado en análisis de presupuestos parciales (Hernández, 2011), con un horizonte de tiempo de 5 años de seguimiento con el programa, asumiendo un hato de 100 vacas en producción con un nivel de adopción medio del MIS, es decir, con registro de información reproductiva y productiva. Se asumieron además niveles de eficiencia similares a los observados en la población de hatos del mismo nivel de adopción.

Para la estimación del incremento esperado en los costos por concepto de la implementación del MIS se consideró la inversión necesaria en equipo (hardware y software), así como la mano de obra adicional requerida para registrar (medir y anotar) la información en el sistema, todos calculados en Dólares americanos.

La estimación del incremento en los ingresos por concepto de implementación del MIS se basó en el cálculo de valores económicos para los rasgos edad a primer parto, intervalo parto concepción y producción diaria de leche por vaca. Los valores económicos se definen como el cambio esperado en Margen Bruto (\$/vaca/año) como consecuencia de una mejora de 1 unidad en el rasgo

respectivo. Estos valores fueron obtenidos mediante el modelo estocástico de simulación desarrollado por Vargas y Cuevas (2009), modificado para las condiciones actuales de mercado. Estos valores fueron multiplicados por las tasas de cambio (anuales) esperadas en los 3 rasgos durante en el horizonte de tiempo evaluado, las cuales fueron estimadas a partir de las pendientes (coeficientes β) resultantes de la regresión lineal entre las medias marginales de los rasgos (modelo 1) sobre los primeros 5 años de seguimiento.

Posteriormente, se obtuvo un estimado del Margen Bruto (MB) y de la Tasa de Retorno Marginal (TRM) (Hernández, 2011) atribuibles a la implementación del MIS. Por último, se utilizó simulación estocástica para evaluar la sensibilidad de MB y TRM a las principales variables implicadas en su costo: rendimiento por rasgo, valor económico de los rasgos, costos de hardware y software, costo de mano de obra y tamaño del hato en producción.

4.3 RESULTADOS

Después de la aplicación de los criterios de selección, el número final de hatos disponibles según la clasificación del cuadro 4.1 fue de 912, de los cuales 389 (42.67%), 343 (37.6%) y 180 (19.7%) se clasificaron con niveles bajo, medio y alto de adopción, respectivamente.

La cantidad de hatos/año disponibles varió ampliamente entre las distintas variables analizadas. Las variables con mayor cantidad de información fueron las reproductivas, con un máximo de 7901 hatos/año para la Edad a Primer Parto, y las de menor cantidad de información fueron las asociadas a Salud, con un mínimo de 1287 hatos/año para Incidencia de Lesiones Podales (Cuadro 4.2).

En el cuadro 4.2 se incluyen los rendimientos observados para cada variable, en la población estudiada predominan razas europeas en sistemas de manejo intensivo basado en pastoreo y suplementación con concentrado.

Cuadro 4. 2. Número de hatos/año, promedio (\bar{x}), desviación estándar (D.E) y límites de confianza al 95% para las variables Edad al Primer Parto, Intervalo Parto Concepción, Producción de leche diaria, Vida Productiva, Incidencia de Mastitis e Incidencia de Lesiones Podales

<u>Variable</u>	<u>Escal</u> <u>a</u>	<u>Hatos/</u> <u>año</u>	\bar{x}	<u>D.E</u>	<u>Límites de confianza</u> <u>95%</u>	
					Inferior	Superior
Edad al primer parto	Mes	7901	31.3	4.8	31.2	31.5
Intervalo Parto Concepción	Día	7857	100.6	16.1	100.2	100.9
Producción de leche diaria	Kg	4363	16.7	4.47	16.6	16.9
Vida Productiva	años	5118	2.43	1.56	2.39	2.47
Incidencia de mastitis	%	1675	10.9	10.7	10.4	11.5
Incidencia de lesiones podales	%	1287	17.9	17.4	16.9	18.9

Variables reproductivas

A partir del modelo analizado se determinó que las variables reproductivas (EPP e IPC) fueron afectadas significativamente por casi todos los efectos evaluados, con excepción del tamaño de hato (Cuadro 4.3), el cual no fue significativo en el caso de la variable IPC.

Cuadro 4. 3. Valores de significancia (P) de los efectos fijos y aleatorios sobre las variables Edad al primer parto (EPP), Intervalo Parto Concepción (IPC), Producción de leche diaria (PROD), Incidencia de Descarte (%DESC), Incidencia de Mastitis (%MAST) e Incidencia de lesiones podales (%POD).

<u>Efectos del modelo</u>	<u>Valores de Significancia (P)</u>					
	<u>EPP</u>	<u>IPC</u>	<u>PROD</u>	<u>VP</u>	<u>%MAST</u>	<u>%POD</u>
<i>Fijos</i>						
Tamaño de hatos	<0.001	<0.97	0.26	<0.001	<0.001	<0.001
Raza predominante	<0.001	<0.001	<0.001	<0.05	0.30	0.58
Zona agroecológica	<0.001	<0.01	<0.001	<0.05	0.71	0.80
Periodo calendario	<0.001	<0.001	<0.01	<0.05	<0.01	<0.001
Nivel de adopción	<0.001	<0.001	0.35	0.68	<0.001	<0.001
VAMPP						
Año de seguimiento	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	0.09
VAMPP						
Niv. Adop.×Año	<0.001	<0.001	0.15	0.27	0.60	0.63
Seguimiento						
<i>Aleatorios^a</i>						
Entre Hatos	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Intra hatos	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

^aPara los efectos aleatorios los valores reportados corresponden a una prueba Z de Wald

En todos los casos se observó una reducción marcada en los primeros 4 años de seguimiento (Figura 4.1). Para los niveles de adopción medio y alto la EPP mostró un patrón decreciente hasta el cuarto año de seguimiento en VAMPP, con reducciones de 2 meses y 1 mes, respectivamente y con fluctuaciones entre el año 4 y 7. En el nivel bajo se observó una reducción inicial del EPP hasta el año 5, con un consecuente incremento hasta el año 10, terminando con casi 33.4 meses,

valor significativamente más alto que los otros 2 niveles, quienes cerraron cerca de 30.9 meses. Las diferencias entre niveles medio y alto no fueron significativas a lo largo del periodo de seguimiento

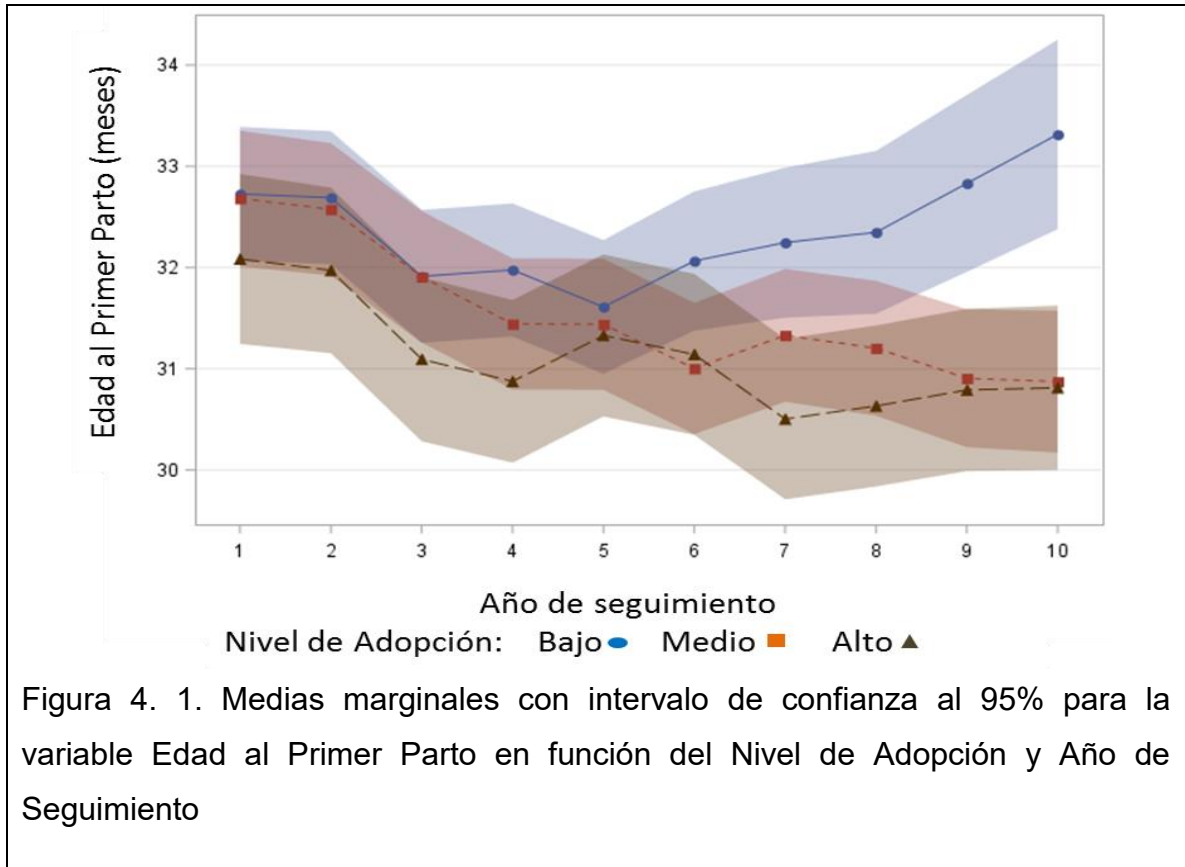


Figura 4. 1. Medias marginales con intervalo de confianza al 95% para la variable Edad al Primer Parto en función del Nivel de Adopción y Año de Seguimiento

Para el IPC se observó también una tendencia decreciente en los tres niveles de adopción, con reducciones de aproximadamente 5 días en niveles alto y medio y 7 días para el nivel bajo de adopción. El valor de IPC para el nivel bajo de adopción fue significativamente menor al final del periodo, con respecto a los otros 2 niveles (Figura 4.2).

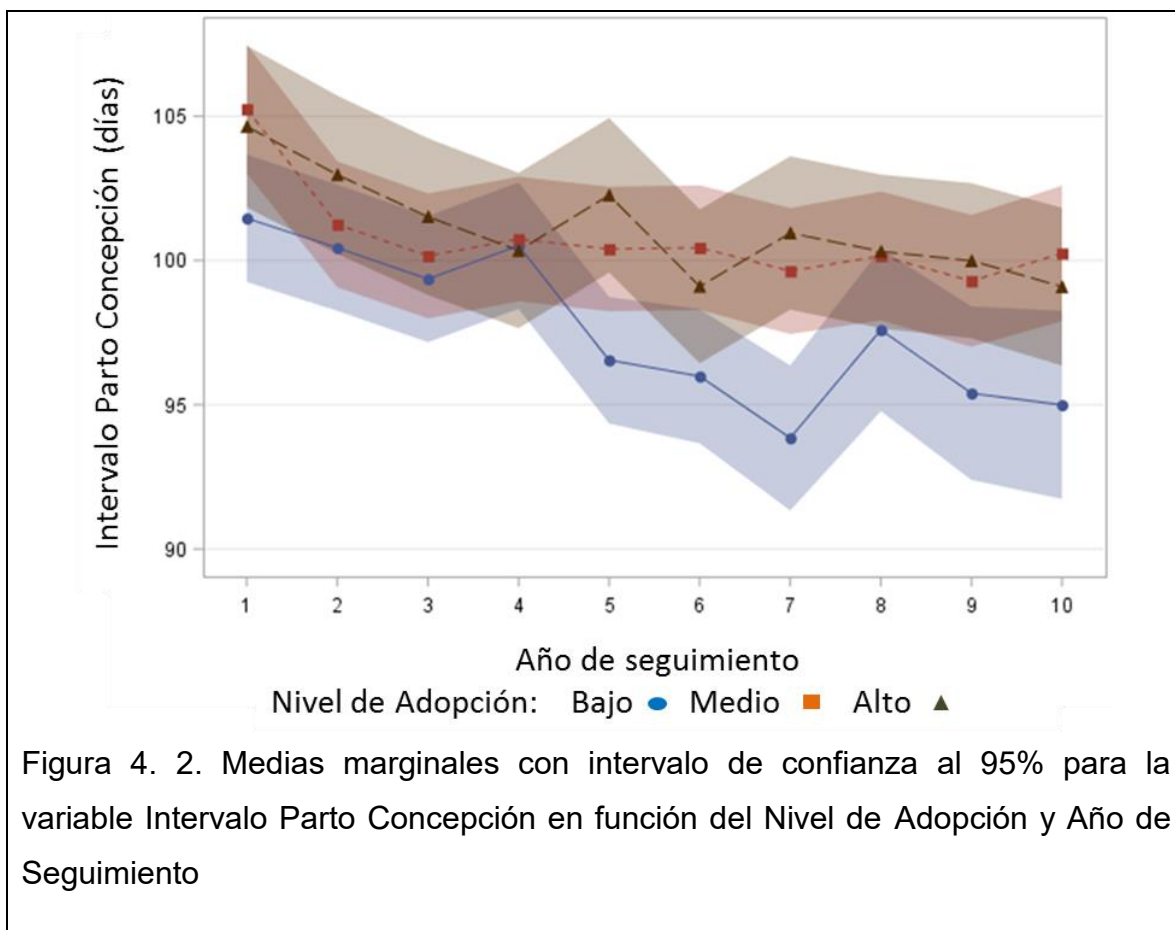


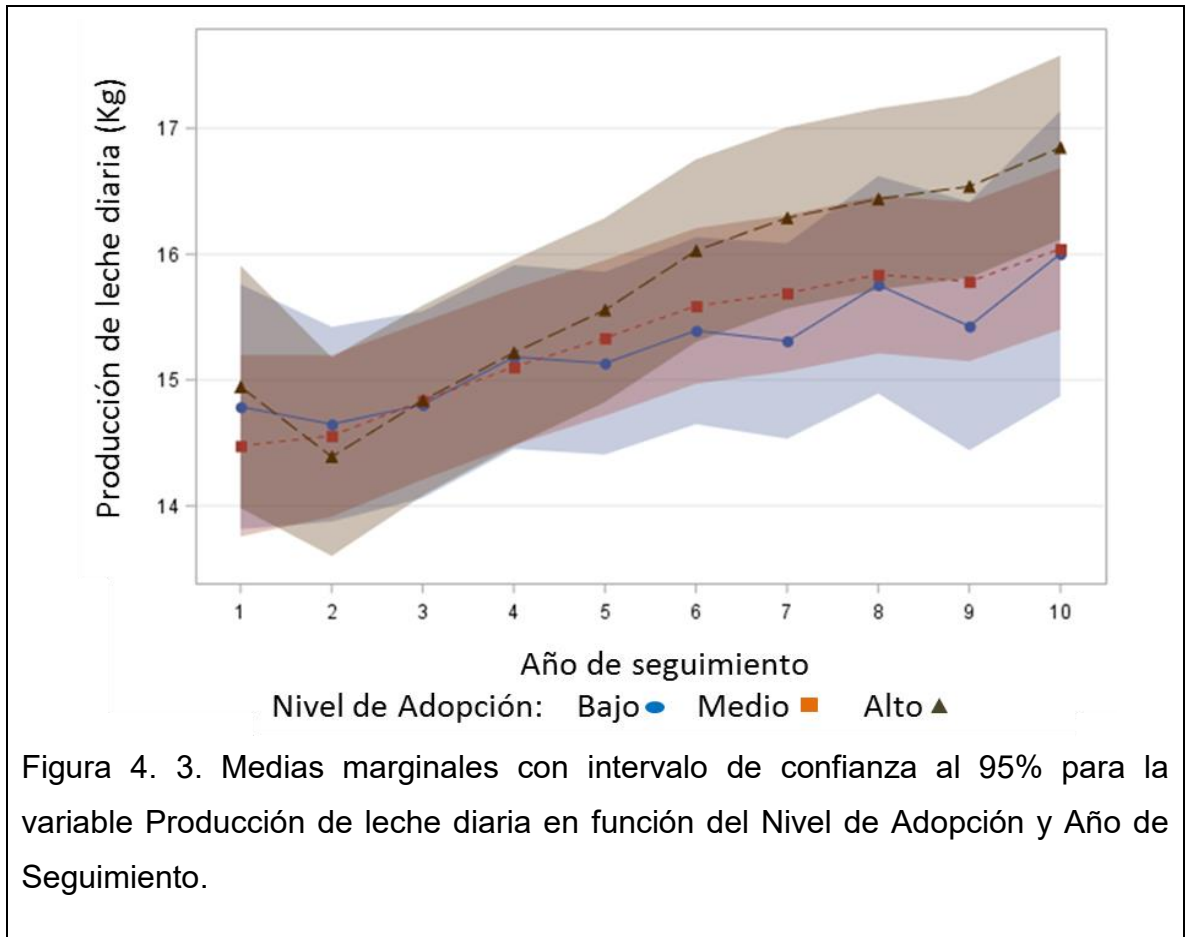
Figura 4. 2. Medias marginales con intervalo de confianza al 95% para la variable Intervalo Parto Concepción en función del Nivel de Adopción y Año de Seguimiento

Variables Productivas

En cuanto a las variables productivas (PROD y VP), ambas fueron afectadas significativamente por la raza, la zona, el periodo calendario, el Año de Seguimiento en VAMPP y los efectos aleatorios (Cuadro 4.3), mientras que el nivel de adopción y su interacción con año de seguimiento no fueron significativos.

Para la variable de producción de leche diaria se observó una tendencia creciente significativa a lo largo del periodo de seguimiento (Figura 4.3) con aumentos de aproximadamente 2 kg para el nivel alto y 1 kg para los niveles medio y bajo. El incremento se hace más marcado a partir del año 3 de seguimiento. Aunque las diferencias entre niveles de adopción a lo largo del seguimiento no fueron

significativas (Cuadro 4.3), se observa una tendencia a mayor producción en el nivel alto de adopción hacia el año 10.



En la variable de VPR se observó también una marcada tendencia creciente para los tres niveles de adopción (Figura 4.4), con aumentos de aproximadamente 2.5 años a lo largo de los 10 años de seguimiento. No se observó diferencias significativas entre niveles de adopción.

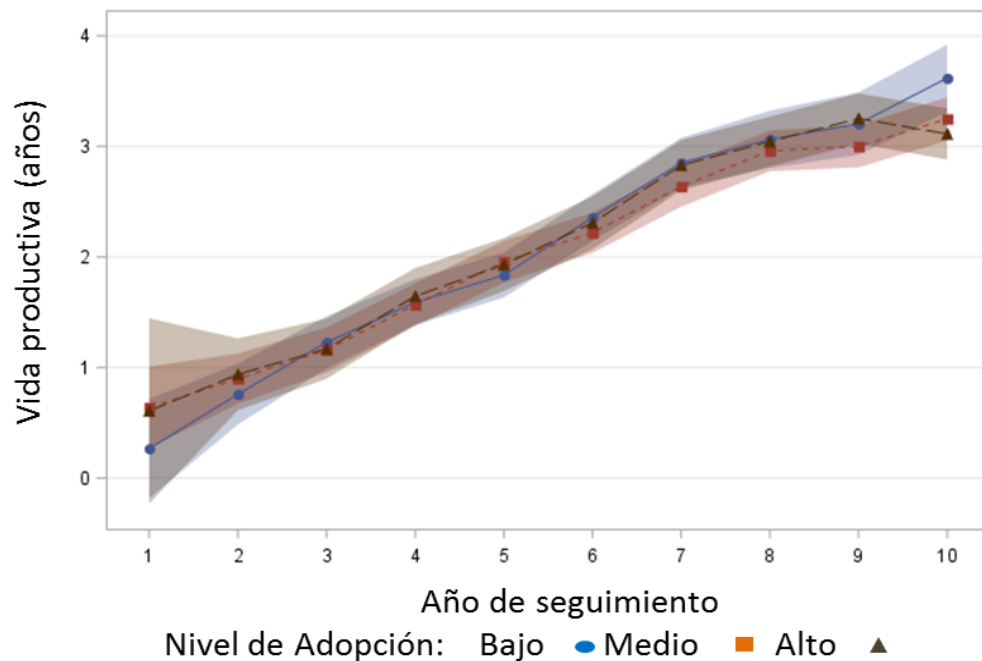


Figura 4. 4. Medias marginales con intervalo de confianza al 95% para la variable Vida Productiva en función del Nivel de Adopción y Año de Seguimiento

Variables de Salud

Ambas variables de salud (%MAST, %POD) fueron afectadas significativamente por los efectos de tamaño de hato, periodo calendario, nivel de adopción y los efectos aleatorios (Cuadro 4.3). El año de seguimiento solo fue significativo sobre %MAST.

Se observó una mayor incidencia de mastitis para el nivel alto de adopción, a lo largo de los 10 años (Figura 4.5). Los valores oscilaron entre 0.7 (equivalente a 2.0% de incidencia) y 2.1 (8.2%). La tendencia a lo largo del periodo de seguimiento fue fluctuante en los tres niveles.

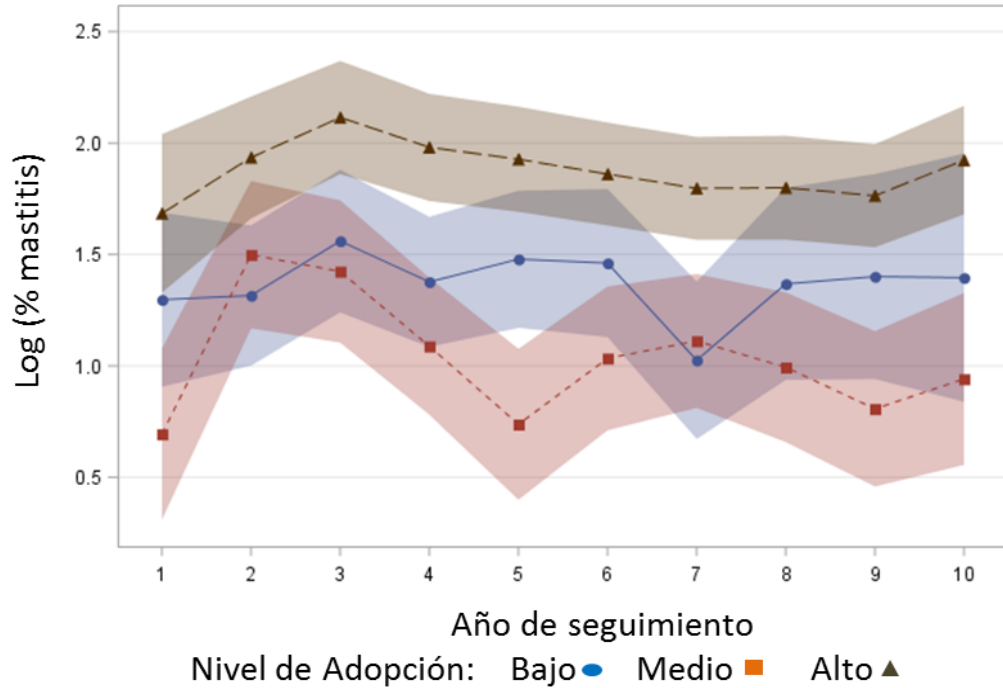
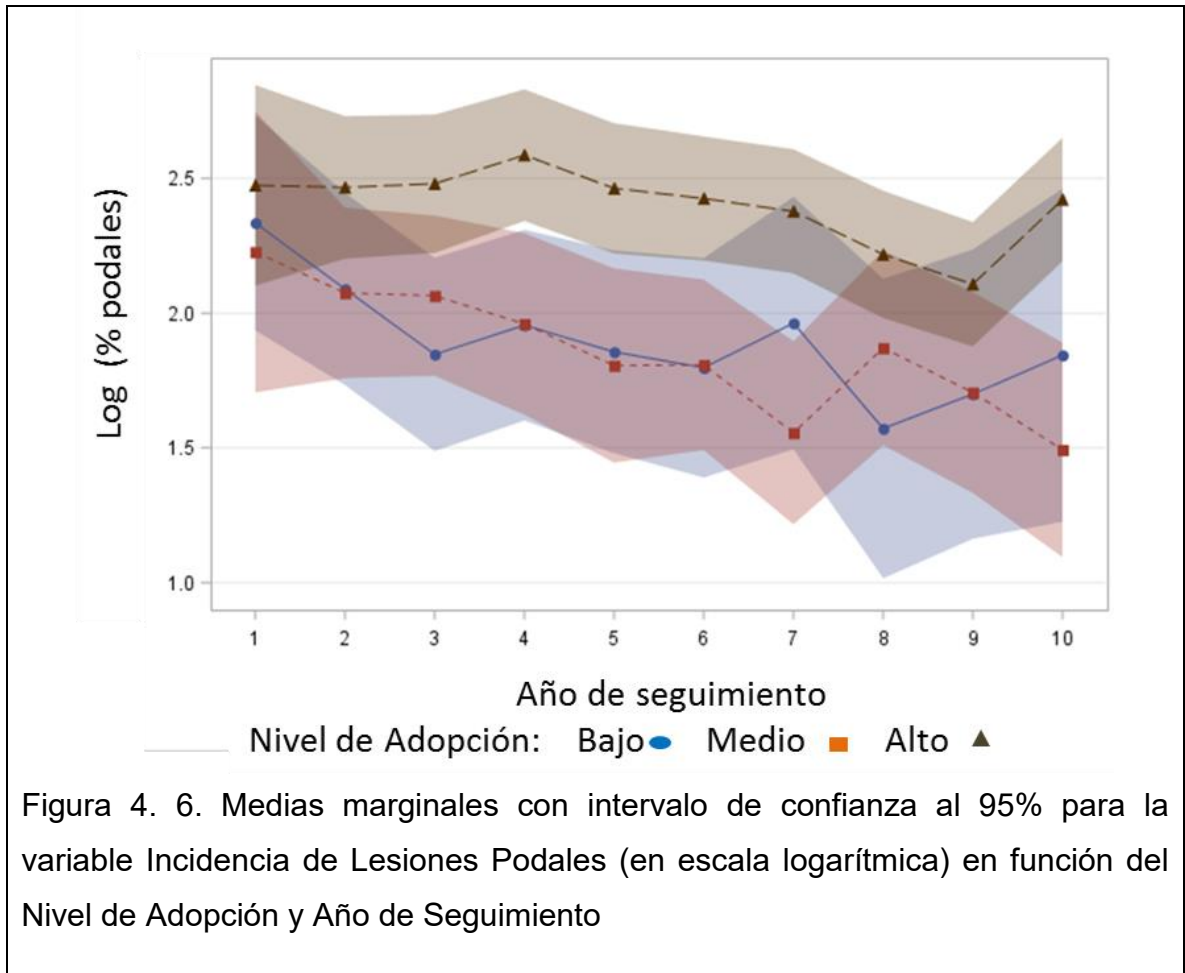


Figura 4. 5. Medias marginales con intervalo de confianza al 95% para la variable Incidencia de Mastitis (en escala logarítmica) en función del Nivel de Adopción y Año de Seguimiento

La incidencia de lesiones podales también fue mayor en el nivel alto de adopción (Figura 4.6). La tendencia a lo largo del periodo de seguimiento fue ligeramente decreciente, principalmente para los niveles de adopción medio y bajo, aunque no significativa. Los valores fluctuaron entre 1.5 (equivalente a 4.5%) y 2.6 (13.5%).

Cuadro 4.4. Análisis Económico por Presupuesto Parcial aplicado a la implementación del uso de un MIS (VAMPP Bovino) en hatos lecheros especializados de Costa Rica.



Análisis Económico por Presupuesto Parcial.

Al realizar el análisis por presupuesto parcial para un horizonte de 5 años de seguimiento en un hato de 100 vacas con nivel medio de adopción (Cuadro 4.4) se obtiene un margen bruto de \$6971US con una Tasa de Retorno Marginal del 165% para un hato.

<u>Parámetros de base</u>	<u>Escala</u>	<u>Valor</u>		
Horizonte de tiempo evaluado	años	5		
Tamaño de hato en producción	vacas	100		
Nivel de Adopción de MIS		Medio		
<u>Incremento esperado en costos</u>				
Inversión en Hardware ^a	\$ anual	\$140		
Inversión en Software ^b	\$ anual	\$140		
Registro de información ^c	\$/anual/100	\$188		
Digitación y análisis de información ^c	\$/anual/100	\$376		
Total de incremento en Costos (ΔC)	\$/5 años/100	\$4,219		
<u>Incremento esperado en ingresos</u>				
		<u>EPP</u>	<u>IPC</u>	<u>PROD</u>
		(m)	(d)	(kg)
Cambio anual en rendimiento por	unidad/vaca/año	-0.36	-1.02	0.31
Valor económico del rasgo ^e	\$/unidad/vaca/a	\$0.45	\$2.15	\$64.6
Incremento en Ingreso por rasgo	\$/5	\$81	\$1,09	\$10,01
Total de incremento en ingresos	\$/5			\$11,19
Margen bruto ($\Delta MB = \Delta I - \Delta C$)	\$/5años/100vac			\$6,971
Tasa de retorno marginal (TRM= $\Delta MB/\Delta C$)	%			165%

^a Hardware: Costo de computadora de escritorio + impresora: \$700, distribuidos en una vida útil de 5 años.

^b Software: Costo de licencia del programa VAMPP Bovino con capacidad para manejo de 3 hatos: \$700, con actualización cada 5 años.

^c Asumiendo 7.6 (registro) + 15.2 (digitación y análisis) jornadas adicionales anuales con un costo de \$24.7 por jornada con base en Salarios Mínimos de MTSS (2017).

^d Cambio anual en rendimiento: Estimado a partir de la pendiente obtenida por regresión lineal de las medias marginales de las variables edad a primer parto (figura 1), intervalo parto concepción (figura 2) y producción diaria de leche (figura 3) sobre los 5 primeros años de seguimiento en VAMPP, en hatos con nivel medio de adopción del MIS.

^e Valor económico del rasgo: Se define como el cambio esperado en Margen Bruto (\$/vaca/año) como consecuencia de una mejora de 1 unidad en el rasgo respectivo, manteniéndose todas las demás variables constantes. Estos valores se obtuvieron a partir de una versión modificada del modelo bioeconómico de simulación de Vargas y Cuevas (2009), actualizado con precios de insumos y productos correspondientes a Marzo 2017.

A partir del análisis de sensibilidad (Cuadro 4.5) se observó que las variables que más influyen en el margen bruto y la TRM fueron el cambio anual esperado en la producción diaria de leche y su valor económico (ambos con correlación 0.58) y el

tamaño del hato en producción (correlación 0.47). Otras variables con menor impacto fueron el salario por jornada para digitación y análisis (correlación -0.11) y para registro (correlación -0.06). Las variables relacionadas con el costo de hardware (correlación -0.03) y software (-0.04) también presentaron impacto reducido, debido que son costos fijos a mediano o largo plazo conforme el tamaño de la explotación aumenta.

Una disminución con respecto al cambio anual esperado de la producción diaria produce una reducción en el margen bruto de \$1001 USD y un 24% menos en la TRM. Una reducción en tamaño de hato produce \$873 USD menos y 9% menos en la TRM. Es importante señalar que, con tamaños de hato menores a 17 animales, el MB tiende a valores negativos, debido que el incremento en ingresos es insuficiente para cubrir los costos fijos de inversión en hardware y software, además de los costos por registro y digitación.

El intervalo parto concepción (correlación -0.07) y la edad a primer parto (correlación -0.01) tuvieron un impacto mucho menor sobre el Margen Bruto y TRM, debido a que su valor económico es menor en comparación con la producción.

Cuadro 4. 5. Impacto de variables de rendimiento y costo sobre el Margen Bruto y la Tasa de Retorno Marginal por uso del MIS

<u>Variables</u>	<u>Margen Bruto</u> (\$)	<u>Diferencia</u>	<u>TRM</u> (%)	<u>Diferencia</u>
Situación Base	(\$6971)		(165%)	
Cambio anual en producción (r= 0.58)				
-10% (0.28 kg/año)	\$5970	-	141%	
		\$1,001		-24%
+10% (0.34 kg/año)	\$7973	\$1,002	189%	24%
Tamaño de hato (r= 0.47)				
-10% (90 vacas)	\$6134	-\$837	156%	-9%
+10% (110 vacas)	\$7808	\$837	173%	9%
Salario por jornada digitación y análisis (r= -0.11)				
-10% (\$22.2)	\$7159	\$188	178%	13%
+10% (\$27.2)	\$6783	-\$188	154%	-11%
Salario por jornada registro (r= -0.06)				
-10% (\$22.2)	\$7065	\$94	171%	6%
+10% (\$27.2)	\$6877	-\$94	159%	-6%
Costo de Software o Hardware (r= -0.03)				
-10% (\$630)	\$7041	\$70	170%	5%
+10% (\$770)	\$6901	-\$70	161%	-5%
Intervalo Parto Concepción (r=-0.01)				
-10% (-1.12 d)	\$7081	\$110	168%	3%
+10% (-0.92 d)	\$6862	-\$110	163%	-3%
Cambio anual en Edad a Primer Parto (r=<-0.01)				
-10% (-0.36 m)	\$6979	\$8	165%	<1%
+10% (-0.32 m)	\$6963	-\$8	165%	<1%

4.4 DISCUSIÓN

En el presente estudio se utilizó un enfoque positivo no experimental (Verstegen *et al.*, 1995) basado en la evidencia empírica aportada por datos poblacionales, por lo tanto no existió un grupo testigo como tal ni fue posible contar con estimaciones de rendimiento previas a la introducción del VAMPP®, sino que la evaluación se basó en el comportamiento de variables de rendimiento entre usuarios con distintos niveles de uso del programa, previo ajuste por otros efectos ambientales, raciales o temporales, con potencial impacto sobre las variables de rendimiento. Si bien en este tipo de estudios no es posible atribuir con certeza causalidad directa, la disponibilidad de series de tiempo posteriores a la introducción del programa permitió en algunos casos observar tendencias claras en las variables de respuesta, que podrían estar parcialmente asociadas al uso del sistema de información.

Un primer hallazgo de este estudio fue que los niveles bajos y medios de adopción siguen siendo los más comunes, es decir, en la mayoría de las explotaciones el programa es utilizado principalmente para registro de eventos reproductivos, mientras que los eventos de producción y salud son registrados con menor frecuencia. Esto revela hasta cierto punto una subutilización de la herramienta, posiblemente debida al costo y manejo adicional que representa medir y registrar esta información; sin que exista certeza del beneficio marginal que conlleva. Esto también refleja la necesidad que tiene el sector pecuario de una mejor transferencia de tecnología, que incluya no sólo la adaptación de la herramienta sino un uso adecuado de la misma.

Categoría reproductiva

El promedio de Edad al Primer Parto fue menor en los niveles de adopción medio y alto comparado con el bajo. Generalmente, se considera que el promedio ideal de edad a primer parto es de 24-27 meses para vacas lecheras en sistemas intensivos (Alfaro y Guerrón, 2007). Sin embargo, en regiones tropicales los

promedios de EPP superan usualmente los 35 meses (Rivera *et al.*, 1989; Vélez *et al.*, 2005). En el presente estudio todos los valores estuvieron por debajo de los 34 meses. Los hallazgos en general sugieren que las mejoras en esta variable son reflejo de vacas más adaptadas al medio y una mejora en la selección de reemplazos. La tendencia a la reducción en los primeros años de seguimiento sugiere una contribución del sistema a un mejor control reproductivo del hato, permitiendo que los animales no permanezcan vacíos si su etapa reproductiva ha llegado.

El reinicio de la actividad ovárica posparto se encuentra afectado por la raza, la edad, el número de partos y el estado nutricional pre y posparto (Loeffler *et al.*, 1999). El tiempo ideal del Intervalo Parto Concepción oscila entre los 85 y 115 días para lograr un ternero al año, meta de las producciones lácteas (Veléz *et al.*, 2005).

En el presente estudio, los valores observados de IPC se mantuvieron debajo de los 105 d. La tendencia a la reducción en los tres niveles de adopción sugiere un impacto positivo del sistema de información. Por otra parte, se observó que el nivel bajo de adopción presentó un IPC significativamente menor que los niveles medio y alto, aún desde el inicio del periodo de seguimiento. Una posible explicación para este resultado podría ser la mayor abundancia de animales cruzados Holstein×Jersey (IPC= 96 d), en el grupo de bajo nivel de adopción, aunado a una menor abundancia del Holstein puro (IPC= 104 d). Otra posible explicación podría ser la relación antagónica que existe entre la producción y el comportamiento reproductivo (Lucy, 2001), atribuido generalmente a una deficiencia alimenticia ya que niveles altos de producción demandan más nutrientes (Galvis, 2005). En este estudio, como se describió previamente, el nivel de adopción alto tendió hacia una mayor producción. Estudios epidemiológicos también han sugerido que los problemas de mastitis y pododermatitis tienen un efecto sobre la fertilidad (Ahmadzadeh *et al.*, 2009; Walsh *et al.*, 2011) y en este

estudio ambas variables (%MAST Y %POD) tienen un porcentaje más elevado en el nivel alto de adopción.

Categoría productiva

Un parámetro importante que refleja la sanidad, genética, la alimentación, el manejo y el comportamiento reproductivo del animal es la producción de leche (Arias, 1999 citado por Alfaro y Guerrón, 2007). Aviléz *et al.* (2010) encontraron mayor cercanía entre altas producciones de leche y la utilización de registros reproductivos, así como mayor proximidad entre producciones de leche bajas a medias y la ausencia de registros. Casos similares en donde se integraban los registros con el uso de computadoras concuerdan con la mejora en producción (Losinger y Heinrichs, 1996; Tomaszewki *et al.*, 1997; Tomaszewki *et al.*, 2000).

En el presente estudio se observó un incremento significativo de la producción diaria de leche a lo largo de los primeros 10 años de seguimiento, independientemente del nivel de adopción. Esto nuevamente sugiere un impacto positivo del uso del sistema de información. Aunque las diferencias entre niveles de adopción no fueron significativas el promedio de producción láctea hacia el final del periodo fue 1 kg más alto en el nivel alto de adopción.

El descarte y reemplazo de una vaca lechera va en función de la vida productiva y puede ocurrir en cualquier momento, ya sea por razones involuntarias como enfermedad, mortalidad e infertilidad, o por razones voluntarias como un bajo rendimiento productivo (Stevenson y Lean, 1998; Vargas y Cedeño, 2004). La vida productiva óptima de una vaca lechera está en función de varios factores, tales como el nivel de producción por lactancia, el valor de descarte y el costo del reemplazo (Vargas y Cedeño, 2004). Una vida productiva más larga puede disminuir los costos de reemplazo (Pritchard, 2013; Vargas *et al.*, 2001; Vukasinovic *et al.*, 1997). En Costa Rica se han reportado valores de vida productiva desde 2.81 ± 0.17 años para los cruces Bos Indicus x Pardo Suizo y

hasta 4.26 ± 0.06 años para Holstein x Jersey. En el presente estudio se observó una tendencia marcada al incremento en la vida productiva, independientemente del nivel de adopción. No obstante, los valores observados al inicio del periodo de seguimiento son muy bajos, lo que podría estar ligado a un sesgo en el registro de la información del número de parto de las vacas al momento de inicializar el hato en el sistema de información.

Categoría de salud

Las ventajas de una detección temprana en rasgos de salud están estrechamente ligadas con los costos de tratamiento, las tasas de reemplazo y la reducción de pérdidas productivas (Van Asseldonk *et al.*, 1997). En el presente estudio, la incidencia de mastitis se mantuvo estable a lo largo del periodo de seguimiento, aunque sí se observó una incidencia significativamente mayor en el nivel alto. Este resultado podría estar ligado a varios factores, como el nivel de producción o el tamaño del hato. Los hatos de nivel alto de adopción presentaron tendencia a mayor producción y el incremento en producción de leche predispone a la ocurrencia de mastitis (Mora *et al.*, 2015). Por otro lado, los hatos en el nivel de baja adopción de este estudio tuvieron en promedio 15 animales menos que los hatos de alta adopción. Se ha comprobado que en hatos con menor número de animales es más fácil la localización de casos de mastitis, una temprana detección y la extracción de los casos sospechosos y reincidentes resulta en la disminución de la tasa de mastitis en aproximadamente un 25% (Van Asseldonk, 1999).

En cuanto a la incidencia de lesiones podales se observó tendencia a la reducción (no significativa) en los hatos de nivel medio y bajo de adopción. Por el contrario, en hatos de alta adopción la incidencia fue mayor durante todo el periodo. Este resultado también podría estar ligado a factores tales como tipo de alojamiento y el nivel de producción. Los hatos con mayor nivel de adopción de VAMPP son hatos especializados intensivos que corresponden a sistemas semi-estabulados y

estabulados (Alfaro y Guerrón, 2007; Vargas *et al.*, 2013). La salud de las pezuñas se ve severamente afectada cuando los animales se encuentran en confinamiento con pisos duros (Bergsten, 2001). También se ha reportado mayor incidencia de lesiones podales en vacas de mayor producción asociado a dietas altas en concentrados sin un cambio de dieta paulatino (Lucy, 2001; Solano *et al.*, 2015).

Un uso más intensivo de los MIS implica per-se un mayor control de los eventos y registros que se desarrollan dentro de cada finca, también implica una mayor detección de eventos de salud y una correcta identificación. Para las variables de salud, el hecho de que se observara un mejor rendimiento en hatos de baja adopción podría estar asociado a un sub-registro, debido a que las variables de mastitis y lesiones podales, a diferencia de los eventos reproductivos, no son de registro obligatorio para el funcionamiento del VAMPP®.

Beneficio-Costo

Difícilmente surgen criterios para considerar la inversión en los sistemas de manejo de información porque la rentabilidad por lo general se desconoce (Verstegen *et al.*, 1995). La Tasa de Retorno Marginal para el presente estudio fue de 165% bajo ciertas características de tamaño del hato y nivel de producción, ya que se necesita un número mínimo de 90 animales para justificar la inversión; en literatura consultada, el retorno de la inversión estaba en el rango de 220% a 348% para producciones porcinas y entre 52% y 205% para los productos lácteos (Tomazewski *et al.*, 1997). Esta comparación sugiere que la cuantificación no sólo depende de los costos de la tecnología representados en el software y hardware (Tomaszewski, *et al.*, 2000) sino en el tipo de producción y en los años de información que se incluyan en los estudios.

Realizar la estimación económica por un periodo de tiempo y de acuerdo al comportamiento anual de las variables, permitió una cuantificación más detallada debido a que los beneficios de la tecnología no ocurren como un salto inmediato,

dependen de la habilidad del usuario ganada con los años para convertir los datos en información disponible que lleve a un análisis y toma de decisiones (Van Asseldonk, 1999; Argiles y Slof, 2003; Nuthall, 2004).

El rendimiento es una consecuencia de la cantidad del recurso que se emplea y precisar un valor de retorno de la inversión reduce la incertidumbre para implementar nuevas tecnologías en las producciones pecuarias.

4.5 BIBLIOGRAFÍA

1. Ahmadzadeh, A., Frago, F., Shafii, B., Dalton, J. C., Price, W. J., & McGuire, M. A. (2009). Effect of clinical mastitis and other diseases on reproductive performance of Holstein cows. *Animal reproduction science*, 112(3), 273-282.
2. Alfaro, D., & Guerrón, J. M. (2007). Evaluación productiva y reproductiva de las razas Holstein, Jersey y sus cruzamientos, en la región de San Carlos, Costa Rica, utilizando el programa VAMPP® (tesis de grado, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana-2012).
3. Amponsah, W. A. (1995). Computer adoption and use of information services by North Carolina commercial farmers. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 27(02), 565-576.
4. Argiles, J. M., & Slof, E. J. (2003). The use of financial accounting information and firm performance: an empirical quantification for farms. *Accounting and Business Research*, 33(4), 251-273.
5. Aviléz, J.P.; Escobar, P.; Von Fabeck, G.; Villagran, K.; García, F. (2010). Matamoros R., García A. Caracterización productiva de explotaciones lecheras empleando metodología de análisis multivariado. *Revista Científica, Facultad de Ciencias Veterinarias*, 20, 74-80.
6. Bergsten, C. (2001). Effects of conformation and management system on hoof and leg diseases and lameness in dairy cows. *The veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 17(1), 1.

7. Dedrick, J., Gurbaxani, V., & Kraemer, K. L. (2003). Information technology and economic performance: A critical review of the empirical evidence. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 35(1), 1-28.
8. Ferrero, A.F. (2004). TICs y sociedad: Salvando la brecha digital. El caso de Extremadura: Los nuevos centros del conocimiento y el software libre. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 3, 29-44.
9. Galvis, R. D., Múnera, E. A., & Marín, A. M. (2016). Relación entre el mérito genético para la producción de leche y el desempeño metabólico y reproductivo en la vaca de alta producción. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 18(3), 228-239.
10. Griffith, R., Huergo, E., Mairesse, J., & Peters, B. (2006). Innovation and productivity across four European countries. *Oxford review of economic policy*, 22(4), 483-498.
11. Gutiérrez, C. (2012). Caracterización del sistema productivo de hatos de cría de los inventarios bovinos de carne y doble de los beneficiarios de PROGAN.SAGARPA/UNAM PROYECTO 32239-1463-2-VIII-12.
12. Hernández, M. R. (2011). Análisis Económico de Experimentos Agrícolas con Presupuestos Parciales: Re-enseñando el uso de este enfoque. *La Calera*, 2(2), 40-48.
13. Holdridge, LR. 1987. *Ecología basada en zonas de vida*. Trad. por Humberto Jiménez Saa. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
14. Jones, E., Batte, M. T., & Schnitkey, G. D. (1990). A socioeconomic analysis of marketing information usage among Ohio fruit producers. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 22(2), 99.
15. Loeffler, S. H., De Vries, M. J., Schukken, Y. H., De Zeeuw, A. C., Dijkhuizen, A. A., De Graaf, F. M., & Brand, A. (1999). Use of AI technician scores for body condition, uterine tone and uterine discharge in a model with disease and milk production parameters to predict pregnancy risk at first AI in Holstein dairy cows. *Theriogenology*, 51(7), 1267-1284.

16. Losinger, W. C., & Heinrichs, A. J. (1996). Dairy operation management practices and herd milk production. *Journal of dairy science*, 79(3), 506-514.
17. Lucy, M. C. (2001). Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *Journal of dairy science*, 84(6), 1277-1293.
18. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS). Lista de salarios. 19-06-2017, de Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Costa Rica Sitio web: <http://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/lista-salarios.html>
19. Mora, M. G., Vargas, B., Romero, J. J., & Camacho, J. (2015). Factores de riesgo para la incidencia de mastitis clínica en ganado lechero de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 39(2).
20. Morris, C., Loveridge, A., & Fairweather, J. R. (1995). Understanding why farmers change their farming practices: the role of orienting principles in technology transfer.
21. Navarro, H. (2005). Manual para la evaluación de impacto de proyectos y programas de lucha contra la pobreza (Vol. 41). United Nations Publications.
22. Nuthall, P. L. (2004). Case studies of the interactions between farm profitability and the use of a farm computer. *Computers and Electronics in Agriculture*, 42(1), 19-30.
23. Parisi, M. L., Schiantarelli, F., & Sembenelli, A. (2006). Productivity, innovation and R&D: Micro evidence for Italy. *European Economic Review*, 50(8), 2037-2061.
24. Pérez, A., Milla, M., & Mesa, M. (2006). Impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en la agricultura. *Cultivos Tropicales*, 27, 11-17.
25. Pritchard, T., Coffey, M., Mrode, R., & Wall, E. (2013). Understanding the genetics of survival in dairy cows. *Journal of dairy science*, 96(5), 3296-3309.
26. Rivera, J. A., Anta, E., Galina, C., Porrás, A., & Zarco, L. (1989). Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos. III. Factores que la afectan. *Vet Mex*, 20, 19-25.

27. Romero, J.J., Rojas, J., & Estrada, S. (2011). El programa VAMPP bovino como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en los sistemas de producción bovinos. *Ventana Lechera*, 16(5), 4-14.
28. Sánchez, G. Z. (2015). Sistemas de registro computarizado ¿Es posible la adopción bajo las condiciones de un pequeño productor? (Tesis de licenciatura). México D.F. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.
29. SAS Inst. Inc. 2009. SAS/STAT® User's guide: Statistics. Version 9.2. Cary; NC, USA.
30. Schabenberger, O. (2005). Introducing the GLIMMIX procedure for generalized linear mixed models. *SUGI 30 Proceedings*, 196-30.
31. Solano, L., Barkema, H. W., Pajor, E. A., Mason, S., LeBlanc, S. J., Heyerhoff, J. Z., & Rushen, J. (2015). Prevalence of lameness and associated risk factors in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns. *Journal of dairy science*, 98(10), 6978-6991.
32. Stahl, T. J., Conlin, B. J., Seykora, A. J., & Steuernagel, G. R. (1999). Characteristics of Minnesota Dairy Farms that Significantly Increased Milk Production from 1989-19931, 2. *Journal of dairy science*, 82(1), 45-51.
33. Stevenson, M. A., & Lean, I. J. (1998). Descriptive epidemiological study on culling and deaths in eight dairy herds. *Australian veterinary journal*, 76(7), 482-488.
34. Tomaszewski, M. A., Asseldonk, M. A. P. M., Dijkhuizen, A. A., & Huirne, R. B. M. (2000). Determining farm effects attributable to the introduction and use of a dairy management information system in The Netherlands. *Agricultural Economics*, 23(1), 79-86.
35. Tomaszewski, M. A., Dijkhuizen, A. A., Hengeveld, A. G., & Wilmink, H. (1997). A method to quantify effects attributable to management information systems in livestock farming. In *First European Conference for Information Technology in Agriculture*.

36. Van Asseldonk, M. A. P. M., Huirne, R. B. M., Dijkhuizen, A. A., Beulens, A. J. M., & ten Cate, A. U. (1999). Information needs and information technology on dairy farms. *Computers and electronics in agriculture*, 22(2), 97-107.
37. Van Asseldonk, M. A. P. M., Huirne, R. B. M., Dijkhuizen, A. A., & Beulens, A. J. M. (1997). Determining the optimum investment pattern in information technology on dairy farms. In *Animal Health and Management Economics*, Copenhagen (Denmark), 23-24.
38. Varela, M. (2010). Impacto de los instrumentos de transferencia de tecnología agropecuaria en Chile. Consejo Nacional de Innovación para la competitividad. Fundación Chile.
39. Vargas, B., & Cedeño, D. A. (2004). Efecto de la raza y el manejo sobre la vida productiva del bovino lechero en Costa Rica. *Archivos de zootecnia*, 53(202), 129-140.
40. Vargas, B., Herrero, M., & Van Arendonk, J. A. M. (2001). Interactions between optimal replacement policies and feeding strategies in dairy herds. *Livestock Production Science*, 69(1), 17-31.
41. Vargas, B., Solís, O., Sáenz, F., & León, H. (2013). Caracterización y clasificación de hatos lecheros en Costa Rica mediante análisis multivariado. *Agronomía mesoamericana*, 24(2), 257-275.
42. Vargas-Leitón, B., & Cuevas-Abrego, M. (2009). Modelo estocástico para estimación de valores económicos de rasgos productivos y funcionales en bovinos lecheros. *Agrociencia*, 43(8), 881-893.
43. Vélez, M., Fión, S., & Matamoros, I. (2005). Evaluación Técnica Económica de un Hato Lechero Especializado en Honduras.
44. Verstegen, J. A., Huirne, R. B., Dijkhuizen, A. A., & Kleijnen, J. P. (1995). Economic value of management information systems in agriculture: a review of evaluation approaches. *Computers and electronics in agriculture*, 13(4), 273-288.
45. Vukasinovic N., Moll J., Künzi N. (1997): Analysis of productive life in Swiss Brown cattle. *J. Dairy Sci.*, 80, 2572–2579.

46. Walsh, S. W., Williams, E. J., & Evans, A. C. O. (2011). A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Animal reproduction science*, 123(3), 127-138.

V. DISCUSIÓN GENERAL

A menudo las agencias de financiamiento y los gobiernos donantes se enfrentan a la pregunta de si deben apoyar la difusión de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC); la elección no tiene por qué ser “O”, si la tecnología se utiliza de manera inteligente, las TIC y MIS pueden formar un componente integral en los proyectos de desarrollo (Arunachalam, 2002).

El éxito del programa de registros VAMPP® podría atribuirse a dos cosas: su funcionalidad y su implementación; CRIPAS y los veterinarios que acompañan el programa no usan la tecnología porque está ahí, vieron en ella una ventaja y su implementación inicial incluyó la delimitación de objetivos, la forma de uso de la tecnología, la frecuencia del apoyo o asesoría y los resultados esperados, evitando los riesgos atribuibles a una aplicación incorrecta y a una sobrevaloración de la innovación (Cuevas *et al.*, 2013).

Anteriormente se pensaba que los productores especializados con grandes hatos eran los mejores gerentes generales y, por tanto, más propensos a utilizar productos y servicios de información (Lazarus y Smith, 1988); sin embargo esta aseveración no es del todo correcta, pues aunque los hatos de Costa Rica en su mayoría son especializados, la generalidad es que tienen menos de 80 animales, dejando de lado la producción por escala masiva que traía consigo problemas con la sobre explotación de los recursos naturales (Dar y Twomlow, 2007). Lo que es un hecho es que los productores están haciendo un mayor uso de los registros para tomar decisiones, evidenciando que los usuarios están siendo más objetivos en la toma de decisiones en la finca.

A pesar de que el software es un sistema pensado a nivel de hato, ha demostrado ser muy útil para todos los eslabones que participan en la cadena productiva, permitiendo una mayor competitividad con respecto a otras ganaderías. Cuando se dedica un mayor tiempo al análisis y la planificación de la empresa pecuaria, la cantidad de datos, la capacidad de resumen y la gestión de insumos también aumenta (Lazarus y Smith, 1988; Lewis, 1998; White y Capper, 2013).

Dos de los recursos más limitados en las explotaciones agrícolas es el tiempo y la capacidad de integrar la nueva información, los cuales se describen como un obstáculo para la decisión de adoptar una innovación, por esta razón los servicios de extensionismo y asistencia técnica se vuelven una piedra angular en la inclusión de usuarios (Ghezán et al., 1999, Hernández y Estrada, 2006). La asistencia técnica y la evidencia de que la tecnología sirve, han hecho que las zonas más vulnerables por cuestiones de infraestructura y comunicación no sean las de menor adopción del programa VAMPP ®, la inclusión de estos actores hacen que el sistema se perciba como aplicable y fácil, posibilitando una mayor difusión.

Cada decisión dentro de la empresa pecuaria demanda su propia información, el valor de los datos depende de su aplicabilidad y versatilidad, es común que los eventos que se registren sean los que le interesan más al productor y, que en su percepción, lo ayuden a alcanzar su meta general más rápido (Jorgensen, 1992; Bono *et al.*, 2013; Ruiz y Rodriguez, 2013); por esa razón los datos involucrados con la reproducción y producción son los más frecuentes al estar asociados con los niveles de adopción. Por lo tanto, se puede inferir que la transferencia de tecnología sigue siendo deficiente siendo la posible explicación la cantidad de tiempo que se tiene que invertir desde que aprenden a operar el sistema, usar el programa y hasta que pueden utilizar la información para tomar decisiones.

Asumir que el comportamiento de las variables aquí estudiadas se debe por completo al uso de un Sistema de Registros Computarizado es complicado, sin

embargo las tendencias positivas de las variables productivas y reproductivas sugieren una fuerte influencia de los MIS en los primeros años de seguimiento, esto se puede deber a tres factores: a) tamaño de la muestra, b) tipo de estudio y c) categorización de niveles.

- a) Es más probable encontrar beneficios positivos cuando la base de datos es extensa, la cantidad de datos va en función de la intensidad de registro y ese control permite detectar cambios aunque estos sean mínimos (KOHLI 2003).
- b) El análisis de datos longitudinales permite obtener un mayor detalle del impacto de la tecnología porque se basan en la recopilación de datos repetitivos a lo largo de un período de tiempo (Devaraj y Kohli 2000, Peffers y Dos Santos, 1996). Otra ventaja es que estos métodos son compatibles con los procesos de toma de decisiones, aunque el análisis de las bases de datos sea retrospectivo los cambios se reflejan porque existe una diferencia entre periodos (Rougoor *et al.*, 1998).
- c) Comparar rendimientos sin un grupo control representa amenazas de validez interna, y usar un grupo testigo sin datos previamente validados puede llevar a un cálculo equivocado (Verstegen *et al.*, 1995). Para tratar de solucionar esos problemas se categorizó por niveles de uso, esto permitió una comparación más justa entre grupos de fincas que sacan partido de la tecnología en diferentes grados.

Es un hecho bien establecido que el rendimiento económico puede diferir considerablemente entre las granjas (Adesina y Baidu- Forson, 1995; Rougoor *et al.*, 1998). Las diferencias en los resultados dependen de la inversión, cuanto más se ha invertido en TIC más se beneficia la producción de su uso (Leung, 2004; Ca' Zorzi, 2011); ese beneficio no se refiere solo al aumento de la productividad y el ingreso marginal, sino también a la mejora de precios por ofrecer productos que

cuenten con adecuados sistemas de trazabilidad y por dejar de perder dinero al hacerse más eficientes.

Otro punto importante que no fue abordado en este estudio es que el ingreso marginal indica el porcentaje en términos de ganancia que se obtiene por cada unidad de parámetro incrementado, la importancia de los MIS no radica sólo en las mejoras, sino en las pérdidas económicas por no mejorar los parámetros (Castillo y Suniaga, 2002).

La literatura económica podría utilizar este impacto indirecto para promover el “cambio de niveles tecnológicos” que reconcilien a la ganadería con las innovaciones en pro de la competitividad.

VI. LITERATURA CITADA

Adesina, A. A., & Baidu-Forson, J. (1995). Farmers' perceptions and adoption of new agricultural technology: evidence from analysis in Burkina Faso and Guinea, West Africa. *Agricultural economics*, 13(1), 1-9.

Aguilar, B. U.; Román, P. H.; García, T. B.; López, G. I. y Román, S. I. (2007). Impacto del uso de tecnología en la ganadería bovina de doble propósito en el estado de Veracruz. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación regional golfo centro, campo experimental La Posta.

Ahmadzadeh, A., Frago, F., Shafii, B., Dalton, J. C., Price, W. J., & McGuire, M. A. (2009). Effect of clinical mastitis and other diseases on reproductive performance of Holstein cows. *Animal reproduction science*, 112(3), 273-282.

Ajayi, O.C.; Akinnifesi, F.K.; Sileshi, G.; Chakeredza, S. (2007). Adoption of renewable soil fertility replenishment technologies in the southern African region: Lesson learnt and the way forward. *Natural Resources Forum*, 31, 306,317

Ajayi, O.C.; Franzel, S.; Kuntashula, E.; Kwesiga, F. (2003). Adoption of improved fallow soil fertility management practices in Zambia: Synthesis and emerging issues. *Agroforestry Systems*, 59 (3), 317-326.

Ajayi, O.C.; Massi, C.; Katanga, R.; Kabwe, G. (2006). Typology and characteristics of farmers planting improved fallows in southern Africa. *Zambia Journal of Agricultural Science*, 8(2), 1-5.

Albornoz Ignacio. (2006). Informática para el sector agrícola y ganadero en la región pampeana. TICs para el sector agrícola y ganadero pampeano. Universidad Nacional General Sarmiento.

Alfaro, D., & Guerrón, J. M. (2007). Evaluación productiva y reproductiva de las razas Holstein, Jersey y sus cruzamientos, en la región de San Carlos, Costa Rica,

utilizando el programa VAMPP® (tesis de grado, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana-2012).

Amponsah, W. A. (1995). Computer adoption and use of information services by North Carolina commercial farmers. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 27(02), 565-576.

Andersen, H. M. L., Jørgensen, E., Dybkjær, L., & Jørgensen, B. (2008). The ear skin temperature as an indicator of the thermal comfort of pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 113(1), 43-56

Argiles, J. M., & Slob, E. J. (2003). The use of financial accounting information and firm performance: an empirical quantification for farms. *Accounting and Business Research*, 33(4), 251-273.

Arunachalam, S. (2002). Reaching the Unreached: How Can We Use ICTs to Empower the Rural Poor in the Developing World through Enhanced Access to Relevant Information?

Ascough II, J. C., Hoag, D. L., Frasier, W. M., & McMaster, G. S. (1999). Computer use in agriculture: an analysis of Great Plains producers. *Computers and electronics in agriculture*, 23(3), 189-204.

Aviléz, J.P.; Escobar, P.; Von Fabeck, G.; Villagran, K.; García, F. (2010). Matamoros R., García A. Caracterización productiva de explotaciones lecheras empleando metodología de análisis multivariado. *Revista Científica, Facultad de Ciencias Veterinarias*, 20, 74-80.

Baaijen, M., & Pérez, E. (1995). Information technology in the Costa Rican dairy sector: A key instrument in extension and on-farm research. *Agriculture and Human values*, 12(2), 45-51.

Barua, A., & Lee, B. (1997). The information technology productivity paradox revisited: A theoretical and empirical investigation in the manufacturing sector. *International journal of flexible manufacturing systems*, 9(2), 145-166.

Basu, S., Fernald, J. G., Oulton, N., & Srinivasan, S. (2003). The case of the missing productivity growth, or does information technology explain why productivity accelerated in the United States but not in the United Kingdom?. *NBER macroeconomics annual*, 18, 9-63.

Batte, M. T., Rister, E., Frank, G., Schnitkey, G. D., King, R. P., Dobbins, C. L., ... & Fuller, E. (1995). Adoption and use of farm information systems.

Becerril, J., & Abdulai, A. (2010). The impact of improved maize varieties on poverty in Mexico: a propensity score-matching approach. *World development*, 38(7), 1024-1035.

Bergsten, C. (2001). Effects of conformation and management system on hoof and leg diseases and lameness in dairy cows. *The veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 17(1), 1

Berndt, E. R., & Morrison, C. J. (1995). High-tech capital formation and economic performance in US manufacturing industries An exploratory analysis. *Journal of econometrics*, 65(1), 9-43.

Bianco, C., Lugones, G., Peirano, F., & Salazar, M. (2016). Indicadores de la Sociedad del Conocimiento: aspectos conceptuales y metodológicos.

Blair, R. M., Nichols, D. A., & Davis, D. L. (1994). Electronic animal identification for controlling feed delivery and detecting estrus in gilts and sows in outside pens. *Journal of animal science*, 72(4), 891-898.

Bono, C., Cornou, C., & Kristensen, A. R. (2012). Dynamic production monitoring in pig herds I: Modeling and monitoring litter size at herd and sow level. *Livestock Science*, 149(3), 289-300.

Bono, C., Cornou, C., Lundbye-Christensen, S., & Kristensen, A. R. (2013). Dynamic production monitoring in pig herds II. Modeling and monitoring farrowing rate at herd level. *Livestock Science*, 155(1), 92-102.

Ca'Zorzi, Antonio (2011). Las TIC en el desarrollo de la PyME: Algunas experiencias de América Latina. Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo en colaboración con fondo multilateral de inversiones/ Banco Interamericano de desarrollo.

Cabral Ribeiro, P. C., Scavarda, A. J., Batalha, M. O., & Bailey, D. (2009). Application of an IT Evaluation Method: Case Studies in American Ranches. *International Journal of e-Business Management*, 3(2), 24.

Castillo, M., & Suniaga, J. (2000). Evolucion de la produccion de leche en el programa de ganaderia de altura de la Universidad de Los Andes (PROGAL) y en Venezuela periodo 2000-2007. Breve analisis. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Merida (Venezuela).

CEPAL, "Políticas Públicas para las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en América Latina y el Caribe", documento resumen de "Digital Review of Latin America and the Caribbean". 2007.

CEPAL, N. (2015). Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2015-2016.

Cornou, C. (2009). Automation Systems for Farm Animals: Potential Impacts on the Human—Animal Relationship and on Animal Welfare. *Anthrozoös*, 22(3), 213-220.

Cornou, C., & Kristensen, A. R. (2013). Use of information from monitoring and decision support systems in pig production: Collection, applications and expected benefits. *Livestock Science*, 157(2), 552-567.

Cornou, C., Vinther, J., & Kristensen, A. R. (2008). Automatic detection of oestrus and health disorders using data from electronic sow feeders. *Livestock Science*, 118(3), 262-271.

Cowan, R., David, P. A., & Foray, D. (2000). The explicit economics of knowledge codification and tacitness. *Industrial and corporate change*, 9(2), 211-253.

Cuevas Reyes, V., Baca del Moral, J., Cervantes Escoto, F., Espinosa García, J. A., Aguilar Ávila, J., & Loaiza Meza, A. (2013). Factores que determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 4(1), 31-46.

Dar, W. D., & Twomlow, S. J. (2007). Managing agricultural intensification: The role of international research. *Crop protection*, 26(3), 399-407.

David, P. A., & Foray, D. (1996). Information distribution and the growth of economically valuable knowledge: a rationale for technological infrastructure policies. In *Technological Infrastructure Policy* (pp. 87-116). Springer Netherlands.

De la Cruz Anthony. (2006). El papel de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la alimentación y la agricultura: Un estudio de la cooperación FAO. Universidad de Málaga.

Dedrick, J., Gurbaxani, V., & Kraemer, K. L. (2003). Information technology and economic performance: A critical review of the empirical evidence. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 35(1), 1-28.

Devaraj, S., & Kohli, R. (2000). Information technology payoff in the health-care industry: a longitudinal study. *Journal of Management Information Systems*, 16(4), 41-67.

DHIA Record Service [Citado 2017 septiembre] disponible en: [Citado 2014 septiembre]. Web of Science [Citado 2017 septiembre] disponible en https://apps.webofknowledge.com/WOSGeneralSearchinput.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=3DDXAm4Fh8rx95yC6l1&preferencesSaved=

Dos Santos, B. L. (1991). Justifying investments in new information technologies. *Journal of management information systems*, 7(4), 71-89.

Eastwood, C. R., Chapman, D. F., & Paine, M. S. (2009). Farmers as co-developers of innovative precision farming systems. In EFITA (European Federation of Information Technology in Agriculture) Conference.

- Erskine, R. J., Bartlett, P. C., Byrem, T. M., Render, C. L., Febvay, C., & Houseman, J. T. (2012). Association between bovine leukemia virus, production, and population age in Michigan dairy herds. *Journal of dairy science*, *95*(2), 727-734.
- Ferrero, A.F. (2004). TICs y sociedad: Salvando la brecha digital. El caso de Extremadura: Los nuevos centros del conocimiento y el software libre. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, *3*, 29-44.
- Fuentelsaz, L., Gómez, J., & Palomas, S. (2009). The effects of new technologies on productivity: An intrafirm diffusion-based assessment. *Research Policy*, *38*(7), 1172-1180.
- Galvis, R. D., Múnera, E. A., & Marín, A. M. (2016). Relación entre el mérito genético para la producción de leche y el desempeño metabólico y reproductivo en la vaca de alta producción. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, *18*(3), 228-239.
- Geers, R., 1994. Electronic monitoring of farm animals: a review of research and development requirements and expected benefits. *Computers and Electronics in Agriculture*, *10*:1-9.
- Gelb, E., Kisleb, Y., & Voet, H. (2000). Measuring the benefit of a computer in the Milking Parlor, The Yavneh dairy case study. Center for Agricultural Economic Research.
- Ghezán, G. B., & S Iriarte, L. (1999). Análisis prospectivo de la demanda tecnológica en el sistema agroindustrial (No. IICA-PROCISUR E14 8). IICA, Montevideo (Uruguay). Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario del Cono Sur-PROCISUR ISNAR, La Haya (Países Bajos) BID, Washington, DC (EUA).
- González, L.E. (2011). VAMPP: una herramienta para conocer la productividad de la finca. Páginas 21-25.

Gordon, R. J. (2000). Does the "new economy" measure up to the great inventions of the past? (No. w7833). National bureau of economic research.

Gray, D. I. (2001). The tactical management processes used by pastoral-based dairy farmers: a multiple-case study of experts: a thesis presented in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Farm Management at Massey University.

Griffith, R., Huergo, E., Mairesse, J., & Peters, B. (2006). Innovation and productivity across four European countries. *Oxford review of economic policy*, 22(4), 483-498.

Gutiérrez, C. (2012). Caracterización del sistema productivo de hatos de cría de los inventarios bovinos de carne y doble de los beneficiarios de PROGAN.SAGARPA/UNAM PROYECTO 32239-1463-2-VIII-12.

Hayes, D. P., Pfeiffer, D. U., & Morris, R. S. (1998). Production and reproductive responses to use of dairyMAN: a management information system for New Zealand dairy herds. *Journal of dairy science*, 81(9), 2362-2368.

Hernández, M. R. (2011). Análisis Económico de Experimentos Agrícolas con Presupuestos Parciales: Re-enseñando el uso de este enfoque. *La Calera*, 2(2), 40-48.

Hernández, P. P., & Estrada, A. M. (2006). Análisis del sistema de incubación de empresas de base tecnológica de México. In *Anais do Congresso Iberoamericana de Ciencia, Tecnología e Innovación*.

Holdridge, LR. 1987. *Ecología basada en zonas de vida*. Trad. por Humberto Jiménez Saa. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.

<http://www.ahciet.net/portales/comun/pags/agenda/eventos/161/CEPAL%20final.pdf>

- Jones, E., Batte, M. T., & Schnitkey, G. D. (1990). A socioeconomic analysis of marketing information usage among Ohio fruit producers. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 22(2), 99.
- Jørgensen, E. (1992). The utility value of information in pig production. In European Association for Animal Production. Commission on Pig Production. Satellite Symposium on: Pig Management Information Systems. Madrid 12th september 1992, Spain (pp. 135-144).
- Jorgenson, D. W., & Stiroh, K. J. (1999). Information technology and growth. *The American Economic Review*, 89(2), 109-115.
- Kabunga, N.S.; Dubois, T.; Qaim, M. (2012). Yield effects of tissue culture Bananas in Kenya: Accounting for selection bias and the role of complementary inputs. *Journal of Agricultural Economics*, 63(2), 444-464.
- Kahi, A. K., & Nitter, G. (2004). Developing breeding schemes for pasture based dairy production systems in Kenya: I. Derivation of economic values using profit functions. *Livestock Production Science*, 88(1), 161-177.
- Keil, A.; Zeller, M.; Franzel, S. (2005). Improved tree fallows in smallholder maize production in Zambia: Do initial testers adopt the technology? *Agroforestry Systems*, 64, 225-236.
- Ketteni, E., Mamuneas, T. P., & Stengos, T. (2007). Nonlinearities in economic growth: A semiparametric approach applied to information technology data. *Journal of Macroeconomics*, 29(3), 555-568.
- Kinsel, M. L., Marsh, W. E., Ruegg, P. L., & Etherington, W. G. (1998). Risk factors for twinning in dairy cows. *Journal of dairy science*, 81(4), 989-993.
- Kohli, R., & Devaraj, S. (2003). Measuring information technology payoff: A meta-analysis of structural variables in firm-level empirical research. *Information systems research*, 14(2), 127-145.

- Kristensen, A. R., Nielsen, L., & Nielsen, M. S. (2012). Optimal slaughter pig marketing with emphasis on information from on-line live weight assessment. *Livestock Science*, 145(1), 95-108.
- Kristula, M. A., Curtis, C. R., Galligan, D. T., & Bartholomew, R. C. (1992). Use of a repeated-measures logistic regression model to predict chronic mastitis in dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine*, 14(1-2), 57-68
- Lambrecht, I.; Vanlauwe, B.; Merckx, R.; Maertens, M. (2014). Understanding the process of agricultural technology adoption: Mineral fertilizer in Eastern DR Congo. *World Development*, 59, 132-146.
- Lazarus, R. S., & Smith, C. A. (1988). Knowledge and appraisal in the cognition—emotion relationship. *Cognition & Emotion*, 2(4), 281-300.
- Lazarus, W. F., Streeter, D. H., & Jofre-Giraud, E. (1989). *Impact of Management information systems on dairy farm profitability* (No. 14053). University of Minnesota, Department of Applied Economics.
- Leung, D. (2004). The Effect of Adjustment Costs and Organizational Change on Productivity in Canada: Evidence from Aggregate Data. Bank of Canada.
- Lewis, T. (1998). Evolution of farm management information systems. *Computers and Electronics in Agriculture*, 19(3), 233-248.
- Liu, E. (2013). Time to change what to sow: risk preferences and technology adoption decisions of cotton farmers in China. *The Review of Economics and Statistics*, 95, 1386-1403.
- Loeffler, S. H., De Vries, M. J., Schukken, Y. H., De Zeeuw, A. C., Dijkhuizen, A. A., De Graaf, F. M., & Brand, A. (1999). Use of AI technician scores for body condition, uterine tone and uterine discharge in a model with disease and milk production parameters to predict pregnancy risk at first AI in Holstein dairy cows. *Theriogenology*, 51(7), 1267-1284.

Losinger, W. C., & Heinrichs, A. J. (1996). Dairy operation management practices and herd milk production. *Journal of dairy science*, 79(3), 506-514.

Lucy, M. C. (2001). Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *Journal of dairy science*, 84(6), 1277-1293.

Macedo, R.; Galina, M.A.; Zorrilla, J.; Palma, J.M.; Pérez-Guerrero J. (2001). Impacto económico de la introducción de tecnología en un sistema de producción agropecuario tradicional. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 18, 149-162.

Macmillan, K. L., Lean, I. J., & Westwood, C. T. (1996). The effects of lactation on the fertility of dairy cows. *Australian Veterinary Journal*, 73(4), 141-147.

Martínez, A., Blanco, F., Mirón, S. I., Machado, H., & Hernández, J. S. (2002). Factores que influyen en la difusión de tecnologías apropiadas para la ganadería. In *Anales de estudios económicos y empresariales* (No. 15, pp. 49-62). Servicio de Publicaciones.

Matteucci, N., O'Mahony, M., Robinson, C., & Zwick, T. (2005). Productivity, workplace performance and ICT: Industry and firm-level evidence for Europe and the US. *Scottish Journal of Political Economy*, 52(3), 359-386.

México Ganadero S.A de C.V. Software ganadero hatoxbovinos® [Citado 2017 de septiembre] disponible en: <http://mexicoganadero.com/hatox/>

Michael, S. C. (2007). Can information technology enable profitable diversification? An empirical examination. *Journal of Engineering and Technology Management*, 24(3), 167-185.

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS). Lista de salarios. 19-06-2017, de Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Costa Rica Sitio web: <http://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/lista-salarios.html>

Minten, B., Randrianarisoa, J. C., & Barrett, C. B. (2007). Productivity in Malagasy rice systems: wealth-differentiated constraints and priorities. *Agricultural Economics*, 37(s1), 225-237.

- Moore, D. A., Overton, M. W., Chebel, R. C., Truscott, M. L., & BonDurant, R. H. (2005). Evaluation of factors that affect embryonic loss in dairy cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226(7), 1112-1118.
- Mora, M. G., Vargas, B., Romero, J. J., & Camacho, J. (2015). Factores de riesgo para la incidencia de mastitis clínica en ganado lechero de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 39(2).
- Moral, A. M., & Jurado, E. B. (2001). El impacto de las nuevas tecnologías en el cooperativismo agrario-agroalimentario: perspectivas de futuro. *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos*, (73), 123-148.
- Morris, C., Loveridge, A., & Fairweather, J. R. (1995). Understanding why farmers change their farming practices: the role of orienting principles in technology transfer.
- Morrison, C. J. (1997). Assessing the productivity of information technology equipment in US manufacturing industries. *The Review of Economics and Statistics*, 79(3), 471-481.
- Navarro, H. (2005). Manual para la evaluación de impacto de proyectos y programas de lucha contra la pobreza (Vol. 41). United Nations Publications.
- Nebel, R. L., & McGilliard, M. L. (1993). Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 76(10), 3257-3268.
- Noordhuizen, J. P. T. M., & Buurman, J. (1984). VAMPP: a Veterinary Automated Management and Production control Programme for dairy farms (the application of MUMPS for data processing). *Veterinary Quarterly*, 6(2), 66-72.
- Nuthall, P. L. (2004). Case studies of the interactions between farm profitability and the use of a farm computer. *Computers and Electronics in Agriculture*, 42(1), 19-30.

- Oliviero, C., Pastell, M., Heinonen, M., Heikkonen, J., Valros, A., Ahokas, J., & Peltoniemi, O. A. (2008). Using movement sensors to detect the onset of farrowing. *Biosystems engineering*, 100(2), 281-285.
- Pacheco, J., & Prieto, A. (2005). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. CEPAL-ILPES, Ed. Serie Manuales, 42.
- Palmieri, V., & Rivas, L. (2007). Gestión de información para la innovación tecnológica agropecuaria. *Revista COMUNICA*, 3.
- Pamuk, H., Bulte, E., & Adekunle, A. A. (2014). Do decentralized innovation systems promote agricultural technology adoption? Experimental evidence from Africa. *Food Policy*, 44, 227-236.
- Parisi, M. L., Schiantarelli, F., & Sembenelli, A. (2006). Productivity, innovation and R&D: Micro evidence for Italy. *European Economic Review*, 50(8), 2037-2061.
- Parsons, D. J., Green, D. M., Schofield, C. P., & Whittemore, C. T. (2007). Real-time control of pig growth through an integrated management system. *Biosystems engineering*, 96(2), 257-266.
- Peppers, K., & Dos Santos, B. L. (1996). Performance effects of innovative IT applications over time. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 43(4), 381-392
- Pérez E., Baayen M.T., Capella E., Barkema H. (1989). Development of a livestock information system for Costa Rica. In Kuil, H; Palin, RW; Huhn, JE. eds. *Livestock Production and Diseases in the Tropics*. Proceedings 4th International Conference Inst. Trop. Vet. Med. Utrecht; The Netherlands. p. 221-224.
- Pérez, A., Milla, M., & Mesa, M. (2006). Impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en la agricultura. *Cultivos Tropicales*, 27,11-17.

- Phiri, D.; Franzel, S.; Mafongoya, P.; Jere, I.; Katanga, R.; Phiri, S. (2004). Who is using the new technology? The association of wealth status and gender with the planting of improved tree fallows in Eastern Zambia. *Agroforestry Systems*, 79, 131-144.
- Pritchard, T., Coffey, M., Mrode, R., & Wall, E. (2013). Understanding the genetics of survival in dairy cows. *Journal of dairy science*, 96(5), 3296-3309.
- Quirós, E. (2006). Historia de la Ganadería Bovina en Costa Rica. CORFOGA, Corporación Ganadera. Disponible en http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pdf/Historia_Ganaderia_bovina.pdf
- Rivera, J. A., Anta, E., Galina, C., Porrás, A., & Zarco, L. (1989). Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos. III. Factores que la afectan. *Vet Mex*, 20, 19-25.
- Rodríguez Perdomo Matías. (2009). Buenas prácticas TIC en gestión Ganadera: Contexto y vectores que las proporcionan. Asociación Iberoamericana de Centros de Investigación y Empresas de Telecomunicación.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovation*. 5th Ed. New York: Free Press.
- Rojas J; Romero J.J.; Estrada, S. (2011) VAMPP: Un programa en constante evolución. *Ventana Lechera*, 16(5), 47-56.
- Romero, Z.J.J., Rojas, C.J., & Estrada, K.S. (2011). El programa VAMPP bovino como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en los sistemas de producción bovinos. *Ventana Lechera*, 16(5), 4-14.
- Rougoor, C. W., Trip, G., Huirne, R. B., & Renkema, J. A. (1998). How to define and study farmers' management capacity: theory and use in agricultural economics. *Agricultural economics*, 18(3), 261-272.

Ruiz Galán O., Rodríguez Pedro J. (2013). Impacto de la biotecnología en los sectores agrícola y ganadero 2015, Informe de Prospectiva Tecnológica. Fundación española para la ciencia y la tecnología.

Ruíz Paz, M. E. (1993). La investigación pecuaria en el desarrollo agrícola sostenible. In 9. Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales 18-22 Oct 1993 San José (Costa Rica) (No. 630.97286 C749a 1993). Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica, San José (Costa Rica).

Ryan, J. G., & Spencer, D. C. (2001). *Future challenges and opportunities for agricultural R&D in the semi-arid tropics*. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.

Salas González, J. M., Leos Rodríguez, J. A., Sagarnaga Villegas, L. M., & Zavala-Pineda, M. J. (2013). Adopción de tecnologías por productores beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 4(2), 243-254.

Sánchez, G. Z. (2015). Sistemas de registro computarizado ¿Es posible la adopción bajo las condiciones de un pequeño productor? (Tesis de licenciatura). México D.F. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.

SAS Inst. Inc. 2009. SAS/STAT® User's guide: Statistics. Version 9.2. Cary; NC, USA.

Schabenberger, O. (2005). Introducing the GLIMMIX procedure for generalized linear mixed models. *SUGI 30 Proceedings*, 196-30.

Shahid, M. Q., Reneau, J. K., Chester-Jones, H., Chebel, R. C., & Endres, M. I. (2015). Cow-and herd-level risk factors for on-farm mortality in Midwest US dairy herds. *Journal of dairy science*, 98(7), 4401-4413.

Siegel, D. (1997). The impact of computers on manufacturing productivity growth: A multiple-indicators, multiple-causes approach. *The Review of Economics and Statistics*, 79(1), 68-78.

Software Ganadero® [Citado 2017 septiembre] disponible en:<http://www.softwareganadero.com/>

Software Tambero® [Citado 2017 septiembre] disponible en: <https://www.tambero.com/es>

Solano, L., Barkema, H. W., Pajor, E. A., Mason, S., LeBlanc, S. J., Heyerhoff, J. Z., & Rushen, J. (2015). Prevalence of lameness and associated risk factors in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns. *Journal of dairy science*, 98(10), 6978-6991.

Stahl, T. J., Conlin, B. J., Seykora, A. J., & Steuernagel, G. R. (1999). Characteristics of Minnesota Dairy Farms that Significantly Increased Milk Production from 1989-19931, 2. *Journal of dairy science*, 82(1), 45-51.

Steinmueller, W. E. (2002). Las economías basadas en el conocimiento y las tecnologías de la información y la comunicación. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 171, 1-17.

Stevenson, M. A., & Lean, I. J. (1998). Descriptive epidemiological study on culling and deaths in eight dairy herds. *Australian veterinary journal*, 76(7), 482-488.

Stiroh, K. J. (2002). Information technology and the US productivity revival: what do the industry data say?. *The American economic review*, 92(5), 1559-1576.

Suárez, H.; Aranda, G.; Palma, J.M. (2012). Propuesta para la adopción de tecnología en el sistema bovino de doble propósito. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 16(3), 83-91.

Suárez, J.; Martínez, A.; Ibarra, S.; Blanco, F.; Machado, H. (2002). Factores que influyen en la adopción de tecnologías apropiadas para la ganadería. *Revista de Ciencias Económicas. y Empresariales*, 15, 49-62

Sunding, D., & Zilberman, D. (2001). The agricultural innovation process: research and technology adoption in a changing agricultural sector. *Handbook of agricultural economics*, 1, 207-261.

Suri, T. (2011). Selection and comparative advantage in technology adoption. *Econometría*, 79, 159-209.

Tomaszewski, M. A., Asseldonk, M. A. P. M., Dijkhuizen, A. A., & Huirne, R. B. M. (2000). Determining farm effects attributable to the introduction and use of a dairy management information system in The Netherlands. *Agricultural Economics*, 23(1), 79-86.

Tomaszewski, M. A., Dijkhuizen, A. A., Hengeveld, A. G., & Wilmink, H. (1997). A method to quantify effects attributable to management information systems in livestock farming. In *First European Conference for Information Technology in Agriculture*.

Torres, V., Ramos, N., Lizazo, D., Monteagudo, F., & Noda, A. (2008). Modelo estadístico para la medición del impacto de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(2).

Udo, H. M. J., & Brouwer, B. O. (1993). A computerised method for systematically analysing the livestock component of farming systems. *Computers and Electronics in Agriculture*, 9(4), 335-356.

Urdaneta de Galué, F.; Peña María E.; Rincón Rilma; Romero, J.; Rendón-Ortín M. (2008). Gestión y tecnología en sistemas ganaderos de doble propósito (*taurus-indicus*). *Revista Científica*, 8(6), 715-724.

Valbuena, D., Erenstein, O., Tui, S. H. K., Abdoulaye, T., Claessens, L., Duncan, A. J. & van Wijk, M. T. (2012). Conservation Agriculture in mixed crop–livestock

systems: Scoping crop residue trade-offs in Sub-Saharan Africa and South Asia. *Field crops research*, 132, 175-184.

Van Asseldonk, M. A. P. M., Huirne, R. B. M., Dijkhuizen, A. A., & Beulens, A. J. M. (1997). Determining the optimum investment pattern in information technology on dairy farms. In *Animal Health and Management Economics*, Copenhagen (Denmark), 23-24.

Van Asseldonk, M. A. P. M., Huirne, R. B. M., Dijkhuizen, A. A., Beulens, A. J. M., & ten Cate, A. U. (1999b). Information needs and information technology on dairy farms. *Computers and electronics in agriculture*, 22(2), 97-107.

Van Asseldonk, M. A. P. M., Huirne, R. B. M., Dijkhuizen, A. A., & Beulens, A. J. M. (1999c). Dynamic programming to determine optimum investments in information technology on dairy farms. *Agricultural systems*, 62(1), 17-28.

Van Asseldonk, M. A. P. M., Jalvingh, A. W., Huirne, R. B. M., & Dijkhuizen, A. A. (1999a). Potential economic benefits from changes in management via information technology applications on Dutch dairy farms: a simulation study. *Livestock production science*, 60(1), 33-44.

Varela Marcia. (2010). Impacto de los instrumentos de transferencia de tecnológica agropecuaria en Chile. Consejo Nacional de Innovación para la competitividad. Fundación Chile.

Vargas, B., & Cedeño, D. A. (2004). Efecto de la raza y el manejo sobre la vida productiva del bovino lechero en Costa Rica. *Archivos de zootecnia*, 53(202), 129-140.

Vargas, B., Groen, A. F., Herrero, M., & Van Arendonk, J. A. (2002). Economic values for production and functional traits in Holstein cattle of Costa Rica. *Livestock Production Science*, 75(2), 101-116.

- Vargas, B., Herrero, M., & Van Arendonk, J. A. M. (2001). Interactions between optimal replacement policies and feeding strategies in dairy herds. *Livestock Production Science*, 69(1), 17-31.
- Vargas, B., Solís, O., Sáenz, F., & León, H. (2013). Caracterización y clasificación de hatos lecheros en Costa Rica mediante análisis multivariado. *Agronomía mesoamericana*, 24(2), 257-275.
- Vargas-Leitón, B., & Cuevas-Abrego, M. (2009). Modelo estocástico para estimación de valores económicos de rasgos productivos y funcionales en bovinos lecheros. *Agrociencia*, 43(8), 881-893.
- Vélez, M., Fión, S., & Matamoros, I. (2005). Evaluación Técnica Económica de un Hato Lechero Especializado en Honduras.
- Verstegen, J. A. A. M. (1997). Outlining economic modules for farm management information systems in Costa Rica.
- Verstegen, J. A., & Huirne, R. B. (2001). The impact of farm management on value of management information systems. *Computers and Electronics in Agriculture*, 30(1), 51-69.
- Verstegen, J. A., Huirne, R. B., Dijkhuizen, A. A., & Kleijnen, J. P. (1995). Economic value of management information systems in agriculture: a review of evaluation approaches. *Computers and electronics in agriculture*, 13(4), 273-288.
- Verstegen, J. A., Huirne, R. B., Dijkhuizen, A. A., Sonnemans, J., & Cox, J. C. (1998). Quantifying the effects of sow-herd management information systems on farmers' decision making using experimental economics. *American journal of agricultural economics*, 80(4), 821-829.
- Vilaseca, J., Torrent, J., & Díaz, Á. (2002). La economía del conocimiento: paradigma tecnológico y cambio estructural. Un análisis empírico e internacional para la economía española.

- Villacís, A., & Alexis, H. (2008). Desarrollo de un procedimiento de evaluación ex-post del impacto financiero en empresas agroindustriales beneficiarias del proyecto MCA-Honduras(Bachelor's thesis, Escuela Agrícola Panamericana, zamorano).
- Vukasinovic N., Moll J., Künzi N. (1997): Analysis of productive life in Swiss Brown cattle. *J. Dairy Sci.*, 80, 2572–2579.
- Wadsworth, J. (1993). Use of causal path analysis to predict optimum extension strategies: a case study of Costa Rican livestock producers. *Agricultural Systems*, 41(4), 503-523.
- Wall, E. H., & McFadden, T. B. (2008). Use it or lose it: Enhancing milk production efficiency by frequent milking of dairy cows. *Journal of animal science*, 86(13_suppl), 27-36.
- Walsh, S. W., Williams, E. J., & Evans, A. C. O. (2011). A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Animal reproduction science*, 123(3), 127-138.
- Ward, J. M. (1990). A portfolio approach to evaluating information systems investments and setting priorities. *Journal of information Technology*, 5(4), 222-231.
- White, R. R., & Capper, J. L. (2013). An environmental, economic, and social assessment of improving cattle finishing weight or average daily gain within US beef production. *Journal of animal science*, 91(12), 5801-5812.
- Witcombe, J. R., Joshi, A., Joshi, K. D., & Sthapit, B. R. (1996). Farmer participatory crop improvement. I. Varietal selection and breeding methods and their impact on biodiversity. *Experimental agriculture*, 32(4), 445-460.
- Woodburn, M. R., Ortmann, G. F., & Levin, J. B. (1994). Computer use and factors influencing computer adoption among commercial farmers in Natal Province, South Africa. *Computers and Electronics in agriculture*, 11(2-3), 183-194.