



Alimentación sostenible y retos del sistema agroalimentario

Imelda Rosana Cih Dzul
Arturo Moreno Hernández
Francisco Javier Cárdenas Flores
Víctor Manuel Sánchez Bernal
Cándido Enrique Guerra Medina



Alimentación sostenible y retos del sistema agroalimentario

Imelda Rosana Cih Dzul
Arturo Moreno Hernández
Francisco Javier Cárdenas Flores
Víctor Manuel Sánchez Bernal
Cándido Enrique Guerra Medina

D. R. © 2018, Imelda Rosana Cih Dzul, Arturo Moreno Hernández, Francisco Javier Cárdenas Flores, Víctor Manuel Sánchez Bernal, Cándido Enrique Guerra Medina

ISBN: 978-607-9442-76-7

Editorial Página Seis, S.A. de C.V.
Teotihuacan 345, Ciudad del Sol
C.P. 45050, Zapopan, Jalisco.
Tel. 52 (33) 3657 3786 y 3657 5045
www.pagina6.com.mx

D.R. © Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, traducida, almacenada o transmitida de forma alguna, ni por ningún medio, ya sea electrónico, químico, mecánico, óptico, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo de los editores.

Hecho en México / Made in Mexico

Índice

| | |
|--|-----|
| Presentación | 9 |
| POLÍTICAS PÚBLICAS, ECONOMÍA, CONSUMO Y COMERCIO AGROALIMENTARIO | |
| La agricultura y las mujeres rurales: decisiones y estrategias productivas en el municipio de El Limón, Jalisco, Occidente de México | 13 |
| Reestructuración agroproductiva en Jalisco: el caso de los productos de alto valor agregado | 43 |
| Panorama de la inseguridad alimentaria en Chiapas. Conceptos, políticas y procesos | 67 |
| Aplicación de la función de producción Cobb-Douglas en el sector agropecuario en México | 89 |
| Índice de Ventaja Comparativa Revelada (IVCR) del tomate rojo, pepino y cebolla. El caso de México y España en sus principales destinos de exportación (2001-2015) | 111 |
| Participación relativa de los sectores económicos y especialización regional en México | 133 |
| Actitudes hacia la adopción de un sistema de gestión ambiental en el sector hortícola de Zacatecas | 153 |
| Inocuidad alimentaria como derecho humano del consumidor. Estudio, aplicación y cumplimiento del marco legal mexicano en Autlán de la Grana, Jalisco, México | 179 |
| Evaluación económica del efecto del arsénico en agua de riego en la producción de fresa (<i>Fragaria x ananassa duch.</i>) en sustrato e invernadero en Irapuato, Guanajuato | 209 |
| Políticas públicas en la agricultura familiar: caso maíz en Cuautitlán, Jalisco | 231 |
| Productos orgánicos una opción sustentable: percepción del consumidor | 265 |
| El huerto familiar orgánico, diversificado y agroecológico: la experiencia del Módulo Jurásico en Chapingo, Estado de México | 281 |
| Análisis de la red institucional en la adopción de inocuidad alimentaria en la agricultura orgánica en México | 297 |

| | |
|---|-----|
| El CUCsur, en la construcción de la Escuela Campesina; una experiencia de educación popular | 323 |
| Multifuncionalidad, manejo de los recursos naturales y agricultura familiar en San Miguel Cuyutlán, estado de Jalisco, Occidente de México | 353 |
| Agricultura protegida, frutas y hortalizas. Situación actual y perspectivas de la producción hortícola en la Región Caribe de Colombia | 373 |
| Diseño de un modelo de diversificación productiva para la agricultura protegida en el municipio de Tepetlaoxtoc de Hidalgo, Estado de México | 397 |
| Aislamiento, caracterización y control biológico de <i>Colletotrichum</i> sp. en mangos | 421 |
| Explantas para la obtención de callos embriogénicos somáticos en <i>Stevia rebaudiana</i> (Bert.) | 451 |
| Regeneración <i>in vitro</i> de dos variedades de <i>Saccharum officinarum</i> L | 471 |
| Desarrollo de un protocolo para la micropropagación clonal de moringa (<i>Moringa oleífera</i>) | 491 |
| Aplicación de brasinoesteroide a seis orquídeas para crecimiento <i>in vitro</i> | 513 |
| Producción de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.) con diferentes concentraciones de una solución nutritiva, bajo Agricultura Protegida | 535 |
| Producción de forraje de maíz en diferentes etapas de madurez | 553 |
| Desarrollo y rendimiento de haba con fertilización órgano-mineral en suelo y sustrato tezontle | 565 |
| Índices de salinidad y sodicidad en suelos y agua para uso agrícola de Tuxcacuesco | 589 |
| Evaluación de la efectividad del quitosano en el control postcosecha de la antracnosis en frutos de mango | 613 |
| | |
| LA GANADERÍA Y SUS RETOS PARA LA SOSTENIBILIDAD | |
| Criterio de calidad aplicado a leche fresca de los hatos lecheros tropicales de Chiapas | 639 |
| Costos de la producción caprina extensiva en el sur del Estado de México | 659 |
| Toxicidad <i>in vitro</i> de aceites esenciales y compuestos naturales sobre el ácaro <i>Varroa destructor</i> | 671 |
| Mercado de la carne de cerdo en México, un modelo de optimización | 681 |
| Factores que determinan la oferta regional de carne bovina en México, 1994-2013 | 695 |
| Fermentación en estado sólido de la caña de azúcar con adición de <i>Pediococcus acidilactici</i> , lindner | 713 |

Evaluación económica del efecto del arsénico en agua de riego en la producción de fresa (*Fragaria x ananassa duch.*) en sustrato e invernadero en Irapuato, Guanajuato

J. Martín González Elías³⁶, Luis Felipe Ramírez Santoyo³⁷, Orsohe Ramírez Abarca³⁸, Fidel Rene Díaz Serrano³⁹

Resumen

En México durante el periodo 2005-2014, se cosecharon en promedio por año 7,153 ha de fresa, con una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de 8.4%, donde Guanajuato ocupa el tercer lugar nacional con el 13.9%. Mientras que la superficie total nacional cosechada en invernadero represento el 1.7% en promedio anual, con una TMCA de 13.4% y Guanajuato ocupa el primer lugar con el 71.5% de la superficie cosechada en invernadero con una TMCA de 12.3%. Se evaluó la rentabilidad económica del efecto Arsénico en agua de riego en la producción de fresa bajo condiciones

³⁶ Universidad de Guanajuato. Adcrito a la licenciatura en Agronegocios de la División de Ciencias de la Vida del Campus Irapuato-Salamanca. Email: mgleze@hotmail.com.

³⁷ Universidad de Guanajuato. Adcrito al departamento de Agronomía de la División de Ciencias de la Vida del Campus Irapuato-Salamanca. Email: santoyo@ugto.mx.

³⁸ UAEM Adcrito a la licenciatura en economía del Centro Universitario Texcoco. Av. Jardín Zumpango S/N Fraccionamiento El Tejocote, Texcoco, Estado de México. Email: orsohe@yahoo.com.

³⁹

de sustrato e invernadero del proyecto Efecto del Arsénico en Agua de Riego sobre el Crecimiento, Rendimiento, Calidad, Rentabilidad de Fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) en Condiciones de Sustrato e Invernadero. Este trabajo se realizó en un invernadero de 1,000 m². Ubicado en la Universidad de Guanajuato, en la comunidad, El Copal. Utilizando las proyecciones de ingresos y gastos totales de 10 años para el cálculo de los indicadores de la rentabilidad económica siendo los siguientes: valor actual neto (VAN), relación beneficio-costos (B/C) y la tasa interna de retorno (TIR), los resultados obtenidos para este período para el tratamiento sin arsénico (T2) fueron: VAN=\$9,337,653.0; B/C=1.4; y TIR=37.3%, estos resultados indican que el Agronegocio es rentable, desde el punto de vista económico. El análisis de sensibilidad muestra una mayor sensibilidad a la disminución del ingreso, que al incremento de los costos. Lo anterior demuestra, que la empresa tiene una gran oportunidad de negocio.

Palabras clave: indicadores de la rentabilidad, análisis de sensibilidad, agricultura protegida, invernadero.

Introducción

El sector agropecuario ha jugado un papel importante en la trayectoria de la economía mexicana a lo largo de su historia. El cultivo de la fresa en México se inició a mediados del siglo pasado en el estado de Guanajuato. Sin embargo, no fue hasta 1950 que cobró mayor importancia por la creciente demanda de los Estados Unidos.

En el año 2014 México fue el segundo productor de fresa en el mundo después de Estados Unidos, al producir el 8% del volumen. Este cultivo genera en el país el 1.1% del valor generado por el sector agrícola, cerca de 4,200 mdp, además de ser un importante producto de exportación (FND, 2015).

La fresa en México, tiene una gran importancia desde el punto de vista socioeconómico; de acuerdo a datos reportados (SIACON, 2015) del 2005

a 2014 en México existían en promedio por año 7,153 ha cosechadas con una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de 8.4%, destacando en primer lugar Michoacán con el 52.3%, en segundo lugar Baja California con 23.6% y en tercer lugar Guanajuato con 13.9% de la superficie cosechada a nivel nacional.

El cultivo de la fresa en nuestro país es relevante ya que va en aumento, no sólo en cuanto a la producción, sino en términos de la aplicación de la tecnología. Cada vez es mayor el número de hectáreas cultivadas en las modalidades de Semi tecnificado (en las cuales se utilizan los acolchados al surco y el riego por goteo) o Tecnificada (en la cual además del acolchado y el riego por goteo, se emplea el macro túnel), mediante estas tecnologías se obtiene fresa de calidad, sanidad e inocuidad que los mercados nacional e internacional demandan.

Las estadísticas de producción de fresa en invernadero a nivel nacional se empezaron a contabilizar partir del 2010 (SIACON, 2015) como se muestra en el cuadro 1, la superficie cosechada en invernadero a nivel nacional representa el 1.7% en promedio anual de la cosechada a cielo abierto con una TMCA de 13.4% y Guanajuato ocupa el primer lugar con el 71.5% de la superficie cosechada con una TMCA de 12.3%.

Cuadro 1. Superficie cosechada de fresa en invernadero a nivel nacional del 2010 2014. (Hectáreas)

| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-----------------|------|------|------|------|------|
| Nacional | 100 | 71 | 140 | 72 | 240 |
| Guanajuato | 93 | 39 | 52 | 52 | 210 |
| Baja California | 7 | 30 | 85 | 12 | 20 |
| Puebla | | | | 4 | 8 |
| Zacatecas | | 2 | 3 | 4 | 1 |
| Chihuahua | | | | 1 | 2 |

Fuente: elaboración propia con datos del SIACON, 2015.

No se tienen registros oficiales de superficie cosechada en macrotúnel o maya sombra, ni del primer estado productor a nivel nacional que es

Michoacán. Sin embargo, de acuerdo a los datos con que cuenta el Consejo Nacional de la Fresa A.C. en el estado de Michoacán se cuenta con un total de 4,325 ha cultivadas con fresa, de las cuales 3,100 has se encuentran protegidas con macrotúnel, en las cuales el rendimiento supera las 70.0 Ton./ha. (CONAFRE, 2012)

En el estado de Guanajuato, el municipio de Salamanca ocupa el primer lugar con el 43.8%, seguido de Irapuato con 37.6% de la superficie cosechada en invernadero, como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Municipios con superficie cosechada en invernadero de fresa en Guanajuato 2010-2014 (Hectáreas)

| Municipio | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-------------------|-------|------|------|------|-------|
| Abasolo | 8 | | 7 | 7 | 12 |
| Irapuato | 0.2 | | 30 | 30 | 73.5 |
| Pénjamo | 27.72 | | 1.5 | 1.5 | 1.8 |
| Salamanca | 18 | | 13 | 13 | 112 |
| Silao | 39.09 | 39 | | | |
| Valle de Santiago | | | | | 10.5 |
| Estatal | 93.01 | 39 | 51.5 | 51.5 | 209.8 |

Fuente: elaboración propia con datos del SIACON, 2015.

En lo referente al Valor de la producción de la fresa en invernadero, las 125 ha cosechadas en promedio al año a nivel nacional generaron 62,328, 092 pesos, como se muestra en el cuadro 3. Donde Baja California con el 60.1% ocupa el primer lugar y Guanajuato con el 37.2% ocupó el segundo lugar.

Cuadro 3. Valor de la producción de fresa en invernadero a nivel nacional del 2010-2014. (Pesos)

Fuente: elaboración propia con datos del SIACON, 2015.

| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-----------------|------------|------------|-------------|--------------|-------------|
| Nacional | 22,184,415 | 33,828,960 | 106,911,874 | 46,855,065 | 101,860,147 |
| Baja California | 6,951,250 | 30,660,000 | 88,480,444 | 24,202,800 | 36,934,632 |
| Guanajuato | 15,233,165 | 2,304,960 | 17,607,050 | 19,937,030 | 60,926,840 |
| Zacatecas | | 864,000 | 824,379.92 | 2,157,606.82 | 1,260,000 |
| Chihuahua | | | | 557,550 | 1,599,950 |
| Puebla | | | | 78 | 1,138,725 |

De los 23.2 millones de pesos del valor de la producción de fresa en invernadero generada en promedio al año, en el estado Guanajuato, el 48.1% se generan en el municipio de Irapuato, el 44.8% en el municipio de Salamanca como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Valor de la producción de fresa en invernadero en los Municipios de Guanajuato 2010-2014 (miles de pesos)

| Municipio | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-------------------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Abasolo | 1,440 | | 2,355 | 2,739 | 3,809 |
| Irapuato | 48 | | 10,686 | 12,276 | 21,638 |
| Pénjamo | 10,215 | | 527 | 542 | 446 |
| Salamanca | 1,225 | | 4,040 | 4,381 | 31,942 |
| Silao | 2,305 | 2,305 | | | |
| Valle de Santiago | | | | | 3,091 |
| Estatal | 15,233 | 2,305 | 17,607 | 19,937 | 60,927 |

Fuente: elaboración propia con datos del SIACON, 2015.

Para la realización del presente trabajo, se planteó el siguiente objetivo: Evaluar la rentabilidad económica del efecto Arsénico en el agua de riego en la producción de fresa en sustrato e invernadero del proyecto, Efecto del Arsénico en Agua de Riego sobre el Crecimiento, Rendimiento, Calidad, Rentabilidad de Fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) en Condiciones de Sustrato e Invernadero. En un invernadero de 1,000 m². El cual pertenece

al Departamento de Agronomía, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca de la Universidad de Guanajuato, ubicado en la comunidad de “El Copal” en el municipio de Irapuato, Gto., en el km 9 de la carretera Irapuato-León.

Para hacer el análisis de rentabilidad, que consiste en calcular los indicadores económicos (sin considerar endeudamiento con terceros) que se utilizan en la evaluación de proyectos, considerando los ingresos y egresos así como su proyección durante un periodo de tiempo de 10 años. Utilizando los datos del tratamiento 1 (T1) solución con Arsénico y tratamiento 2 (T2) solución sin Arsénico, del proyecto ya citado.

La fresa cultivada a cielo abierto y en invernadero por su inocuidad requiere de agua limpia para sus riegos, además libre de Arsénico (As), es decir, el límite máximo permisible de 0.025 mg l^{-1} o 250 ppb, de acuerdo a la modificación de la NOM-127-SSA1-2000. Se tiene información en algunos cultivos que al utilizar agua con As para regarlos, algunas partes comestibles pueden llegar a acumular concentraciones de As que pueden causar daño a la salud humana, especialmente los cultivos que se consumen por su raíz (remolacha y rabano por ejemplo). En segundo lugar las espinacas y hierbas y en tercer término las semillas y frutos que contienen los valores más bajos de As (Woolson *et al.*, 1973; citados por Carbonell *et al.*, 1995).

En el caso de los cultivos que se consumen por sus frutos, el problema es diferente debido a que en general estos no llegan a acumular concentraciones de As que puedan dañar la salud humana, sin embargo, su efecto es sobre la calidad y el rendimiento de los mismos. Se tiene información para el caso de jitomate que concentraciones que alcancen 4.5 ppm (mg kg^{-1} peso fresco) disminuyen el rendimiento hasta un 50 %, de tal manera que de antemano, el cultivo puede llegar a no ser negocio para el agricultor (Woolson, 1973). Se conoce que existen diferencias en la absorción de As dependiendo de la especie vegetal, existiendo también una diferencia entre cultivos de invierno y de verano, aun con los mismos niveles de As disponibles para ser absorbidos (Johnson y Hiltbolt, 1969).

Existen agricultores que saben que las concentraciones de As en sus pozos son

elevadas, sin embargo riegan con esta agua y obtienen bajos rendimientos, y no relacionan la disminución del crecimiento y los bajos rendimientos con las concentraciones de As en el agua de riego. Algunos otros, ni siquiera saben que tienen As en el agua de sus pozos porque no se tiene la disciplina de realizar análisis químicos de agua. En el caso de fresa no se encontró información específica sobre el efecto del As en el agua de riego sobre el cultivo.

Como el arsénico que existe en el agua del pozo de la División de Ciencias de la Vida (DICIVA-Universidad de Guanajuato), con concentraciones que fluctúan entre 21 a 106 microgramos l^{-1} (monitoreo de los meses de mayo a septiembre de 2008). Se puede señalar que el As se encuentra en forma de arseniato ($H_2AsO_4^{-1}$), la forma más oxidada del As y por lo tanto la más disponible para ser absorbida por las raíces de las plantas (Saldaña, 2008).

En Guanajuato el 88% del agua disponible es para uso agrícola, el 10% para uso industrial y el 2% para el uso doméstico. Del total de agua disponible el 66% es agua subterránea y el 34% es de agua superficial. Es decir, la mayoría del agua utilizada en el estado de Guanajuato se extrae a través de pozos profundos y según la fuente consta de alrededor de 18,000 pozos declarados ante CONAGUA, (pero existen más 21,000) de estos el 5 o 6% fue donde se detectó Arsénico y cerca del 3.5% exceden a la norma. El fenómeno se complica donde al mismo tiempo hay altos contenidos de flúor en los acuíferos porque la problemática se agrava para la población si no hay un tratamiento previo.

La gran mayoría de los pozos con Arsénico están en la zona noreste del estado de Guanajuato, incluyendo el municipio Guanajuato, Dolores Hidalgo, Doctor Mora, San Luis de la Paz, Celaya, la zona norte de Salamanca y en la zona noreste de Irapuato.

El municipio de Irapuato cuenta con 2,611 pozos de los cuales 1,787 son de uso agrícola y 407 uso Urbano, 24 para uso de Servicios, 34 uso Agrícola-pecuario, 100 uso Industrial y 23 uso Doméstico, el resto están inactivos para el uso agrícola.

Materiales y métodos

La información primaria se obtuvo del proyecto Efecto del Arsénico en Agua de Riego sobre el Crecimiento, Rendimiento, Calidad y Rentabilidad de Fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) en Condiciones de Sustrato e Invernadero. Que consistió en datos de costos e ingresos totales en que se ha incurrido en el 2015 en la producción. El experimento se llevó a cabo en un invernadero de 1,000 m² (24.0 X 41.6 m), con un área útil de 788.4 m², utilizando solamente un área de 503.7 m² para el tratamiento sin arsénico (T2) y un área de 262.8 m² para el tratamiento con arsénico (T1) (Díaz, 2015). El invernadero pertenece al Departamento de Agronomía, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca de la Universidad de Guanajuato, ubicado en la comunidad de “El Copal” en el municipio de Irapuato, Gto., en el km 9 de la carretera Irapuato-León. Posteriormente, se calculó la rentabilidad del sistema de producción a través de indicadores de evaluación económica de proyectos (Spag, 2011).

Indicadores de la rentabilidad económica

Los indicadores de la rentabilidad económica son utilizados en la evaluación de proyectos, pues son conceptos valorizados que expresan el rendimiento económico de la inversión y basándose en estos valores podemos tomar la decisión de aceptar o rechazar un proyecto (Muñante, 2004). Con base en esto, se puede tomar la decisión de aceptar, rechazar la realización de un proceso o evaluar la rentabilidad del proyecto. Además, esta evaluación permite comparar y seleccionar entre diferentes alternativas. Los indicadores de rentabilidad económica son aquellos que consideran el valor del dinero en el tiempo; por ejemplo: Valor Actual Neto (VAN); Relación Beneficio-Costo (B/C); Relación Beneficio-Inversión Neta (N/K) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

La determinación de cada uno de los indicadores mencionados es:

Valor Actual Neto (VAN). También llamado Valor Presente Neto (VPN), se determina por la diferencia entre el valor actualizado de la corriente de beneficios menos el valor actualizado de la corriente de costos, a una tasa de actualización previamente determinada. Sin embargo, también se puede determinar por el valor que da la sumatoria del flujo de fondos actualizados o los beneficios netos actualizados que incrementan a la tasa de actualización previamente determinada. Matemáticamente se escribe de la siguiente manera (Muñante, 2004):

$$\text{VAN} = \sum_{t=1}^T (B - C) (1+r)^{-t}$$

Dónde: Bt = Beneficios en cada periodo del proyecto; r = Tasa de actualización entre cien (I/100); t = Cada periodo del proyecto (año 1,2,...,T); T = Número de vida útil del proyecto o periodo de análisis; Ct = Costos en cada periodo del proyecto y $(1+r)^{-t}$ = Factor de actualización o descuento, y Para aprobar un proyecto de inversión desde el punto de vista económico, el VAN debe ser igual o mayor que cero, lo que es equivalente a decir, que dada una tasa de descuento sombra, el valor presente de los beneficios supera al valor presente de los costos.

Relación Beneficio-Costo (B/C). Es el cociente que resulta de dividir el valor actualizado de la corriente de beneficios entre el valor actualizado de la corriente de costos, a una tasa de actualización o de descuento, previamente determinada. Su expresión matemática es la siguiente:

$$\text{B/C} = \frac{\sum_{t=1}^T B (1+r)^{-t}}{\sum_{t=1}^T C (1+r)^{-t}}$$

De acuerdo al criterio formal de elección de los proyectos de inversión a través de este indicador, se admitirán los proyectos o se catalogarán como rentables si su B/C sea igual o mayor que uno, (B/C=>1).

Relación Beneficio-Inversión Neta (N/K). Es el cociente que resulta de dividir

la sumatoria del valor actual del flujo de fondos o beneficios incrementales netos en los años después de que esta corriente se ha vuelto positiva, entre la sumatoria del valor actual de la corriente del flujo de fondos en aquellos primeros años del proyecto, en que esa corriente es negativa a una tasa de actualización previamente determinada. En términos matemáticos se expresa de la siguiente forma:

$$N/K = \sum_{t=1}^T N (1+r)^{-t} / \sum_{t=1}^T K (1+r)^{-t}$$

Dónde: N_t = Corriente del flujo de fondos en cada periodo, después de que este se ha vuelto; K_t = Corriente del flujo de fondos en los periodos iniciales del proyecto cuando éste es negativo.

El criterio formal de selección a través de este indicador es aceptar todos los proyectos cuyas N/K sea igual o mayor que uno, a la tasa de actualización seleccionada.

Tasa Interna de Retorno (TIR). Es la tasa de actualización que hace que el valor actualizado de la corriente de beneficios totales se iguale al valor actualizado de la corriente de costos totales. Su expresión matemática es la siguiente:

$$TIR = \sum_{t=1}^T B (1+r)^{-t} - \sum_{t=1}^T C (1+r)^{-t} = 0$$

La TIR se calcula, en la forma tradicional, por tanteo e interpolación de acuerdo con Muñante (2004). Este cálculo se hace buscando la tasa de actualización que trate de igualar a cero el flujo actualizado de fondos, hasta encontrar los dos flujos de fondos actualizados que más se acerquen a cero, debiendo ser uno positivo y el otro negativo. Sin embargo, la diferencia entre las tasas debiera ser de cinco puntos porcentuales como máximo, con el objeto de que el resultado tenga un mínimo de error. Una vez obtenidas estas tasas se realiza la interpolación aplicando la siguiente fórmula:

$$TIR = I_1 + (I_2 - I_1)[(FFA_1)/(FFA_1 - FFA_2)]$$

Dónde: I_1 = Tasa menor de actualización; I_2 = Tasa mayor de actualización; FFA_1 = Flujo de fondos actualizados a la tasa menor y FFA_2 = Flujo de fondos actualizados a la tasa mayor.

Punto de equilibrio. El concepto de equilibrio es entendido como aquel punto en el cual los ingresos por ventas igualan a los costos de producción, lo cual quiere decir que no habrá pérdidas ni ganancias. A partir de esta condición es posible obtener el nivel de producción que se necesita para la operación del agronegocio y de ahí obtener el punto de equilibrio.

Por lo que, el punto de equilibrio se concreta como el punto donde se cruzan las líneas de ingresos totales y costos totales. La fórmula para su cálculo es la siguiente (Baca, 2010):

$$PE.VV = \frac{CF}{1 - (CV/IT)} \quad \text{y} \quad PE.VP = \frac{PE.VV}{(IT/UV)}$$

En donde: PE. VV= punto de equilibrio en el valor de ventas, PE. VP= punto de equilibrio en el volumen de producción, CF = Costos fijos, CV = Costos variables, IT = Ingreso total, UV= unidades vendidas

Análisis de sensibilidad, En los análisis financieros de un proyecto de inversión se encuentra presente el riesgo y la incertidumbre, el cual representa la probabilidad de cambio en las variables macroeconómicas y operacionales, por lo que puede ocasionar la reducción y/o eliminación de la rentabilidad de la inversión. En el análisis de sensibilidad se consideran las variables posibles que modifiquen la información financiera y el analista de acuerdo a su experiencia deberá modificar los valores y cantidades con el fin de crear diferentes escenarios.

La Programación en **Statistical Analysis System (SAS)** se utilizó para la evaluación económica de este proyecto de la siguiente manera de acuerdo

con Vázquez, et al. 2006:

```
DATA FRESA; ARRAY FA(I) FA1-FA00; INPUT T BEN COST; FC=BEN-  
COST; DO I=1 TO 300;
```

```
R=I/100; M=1; TD=0.1541; P=1; FA=(1/(1+((R/M)**(M*T))))*FC;  
FCA=FC/((1+TD)**T); B=0; IF FCA>0 THEN B=FCA; IN=0; IF FCA<0  
THEN IN=FCA*(-1); BA=BEN/((1+(TD/P)**(P*T))); CA=COST/((1+(TD/  
P)**(P*T))); END; OUTPUT; CARDS;
```

.....Espacio para datos.....;

```
PROC PRINT; VAR T BEN COST FC BA CA FCA; PROC MEANS N  
SUM; VAR BEN COST BA CA FC FCA;
```

```
PROC MEANS N SUM; VAR BA CA FA1-FA300 B IN; OUTPUT  
OUT=NEW SUM=BA CA FA1-FA300 B IN; DATA B; SET NEW; RBC=BA/  
CA; VAN=BA-CA; NK=B/IN; PROC PRINT; VAR VAN RBC NK; RUN;
```

Evaluación económica. La evaluación económica de proyectos tiene por objetivo identificar las ventajas y desventajas asociadas a la inversión en un proyecto antes de la implementación del mismo. Los indicadores de evaluación económica se obtuvieron mediante el paquete estadístico SAS. Ya que se puede programar de acuerdo a las necesidades o requerimientos de la investigación.

Resultados y discusión

La información obtenida y proyectada de los egresos e ingresos totales del proyecto a 10 años se muestra en el cuadro 5, permitió obtener los cálculos de los indicadores de rentabilidad económica utilizando una tasa

de actualización de 15.41%⁴⁰, en el momento de la evaluación del proyecto, que es lo que les estaría cobrando una Institución Bancaria o intermediario financiero al conseguir financiamiento para la implementación.

Cuadro 5. Egresos e Ingresos totales proyectados a 10 años del proyecto (pesos)

| Años | Egresos | Ingresos | Flujo de Fondos del proyecto | Factor de actualización (15.41%) |
|------|-----------|------------|------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 6,556,921 | 1,757,449 | - 4,863,934 | 0.86648 |
| 2 | 2,166,219 | 2,337,407 | 85,453 | 0.75078 |
| 3 | 2,551,742 | 3,108,751 | 442,982 | 0.65053 |
| 4 | 3,313,408 | 4,134,639 | 669,574 | 0.56367 |
| 5 | 4,538,298 | 5,499,070 | 759,069 | 0.48841 |
| 6 | 3,420,446 | 7,313,763 | 3,625,051 | 0.42319 |
| 7 | 3,970,834 | 9,727,305 | 5,399,678 | 0.36669 |
| 8 | 4,754,719 | 12,937,315 | 7,708,061 | 0.31773 |
| 9 | 5,797,286 | 17,206,629 | 10,778,212 | 0.27530 |
| 10 | 7,283,900 | 22,884,817 | 14,761,511 | 0.23854 |

Fuente: elaboración propia en base a información obtenida 2015.

Los flujos de ingresos y egresos actualizados que permiten obtener los indicadores de rentabilidad económica del proyecto de inversión se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Flujo de Egresos e Ingresos totales actualizados del proyecto a 10 años del proyecto (pesos)

Fuente: elaboración propia en base a información obtenida 2015.

Una vez obtenidos los flujos de utilidad necesarios para el cálculo de los indicadores de la rentabilidad económica obtenidos en el proyecto de

⁴⁰ 3.71% Tasa de CETES (17/09/2015) más 11.7 puntos de intermediación de la institución financiera, al momento de aprobación del crédito.

investigación que se presentan a continuación en el cuadro 7.

Cuadro 7. Indicadores rentabilidad por tratamiento, 2015

| Indicadores de Evaluación | Valores Obtenidos, Solución sin Arsénico T2 | Valores Obtenidos, Solución con Arsénico T1 |
|---------------------------|---|---|
| VAN | \$9,337,653 | \$1,845,877 |
| B/C | 1.43 | 1.14 |
| TIR | 37.3% | 23.20% |
| N/K | 3.22 | 1.60 |

Fuente: elaboración propia en base a información obtenida 2015.

El **valor actual Neto (VAN)** obtenido durante la vida útil del proyecto (10 años) a una tasa de actualización del 15.41%, el proyecto permitirá generar utilidades netas hasta de 9, 337, 653 pesos. De acuerdo con el criterio formal de selección y evaluación a través de este indicador, el proyecto se dictaminó como rentable para él T2.

El VAN de T1 solo representa el 19.7% del valor obtenido en T2, aun así sigue siendo rentable.

La **Relación Beneficio Costo (B/C)** que se obtuvo del proyecto en el T2 fue de 1.43 pesos, la cual se interpreta que durante la vida útil del proyecto se recuperara el peso invertido y se obtendrá un beneficio neto de 0.43 pesos; es decir, por cada peso invertido a una tasa de actualización de 15.41%, se obtendrá una ganancia de 0.43 pesos. Como la relación es mayor que uno, cumple con el criterio formal de selección y evaluación, indicando que el proyecto es viable y rentable, mientras que para el T1 fue de 1.14, es decir, 28 centavos menos que T2, que representa el 80.3% menos de ganancia.

La **Tasa Interna de Retorno (TIR)** para el T2 fue 37.3%. Esto significa que obtendrá durante la vida útil del proyecto una rentabilidad promedio de 37.3% o también se le interpreta como la capacidad máxima que puede soportar un proyecto en donde los beneficios actualizados son iguales a los costos actualizados. También este indicador mostró cual fue la tasa de interés máxima que el proyecto pudo soportar para ser viable, por ser la

TIR mayor que la tasa de actualización seleccionada, se concluye que se debe continuar con el proyecto. En cuanto al T1 fue 23.2% que es el 37.7% menos que T2.

Finalmente, la **Relación Beneficio-Inversión Neta (N/K)** que se obtuvo en el proyecto para T2 fue de 3.22 pesos, que es aceptado por ser mayor a uno. Este indicador señala que por cada peso invertido inicialmente, se obtendrán beneficios netos totales de 2.22 pesos o que la inversión inicial actualizada podrá incrementarse hasta en 222%, a fin de que se igualen los beneficios netos totales actualizados. El resultado de este indicador cumple con el criterio formal de selección y evaluación que debe ser mayor que uno. En T1 se obtuvo un valor de 1.60 pesos.

Con respecto al cálculo del punto de equilibrio del Agronegocio se utilizaron los datos del cuadro 8, que muestran los costos totales de operación durante el primer año de operación, así como el número de kilogramos producidas y vendidos, también durante el primer año de funcionamiento

Cuadro 8. Costos de operación del Agronegocio Producción de Fresa 2015

| Costos | T2 Pesos (\$) | T1 Pesos (\$) |
|------------------------|---------------|---------------|
| Fijos | 6,127,751 | 4,034,390 |
| Variables | 493,632 | 311,412 |
| Ingreso Totales | 1,757,449 | 821,140 |
| Unidades vendidas (Kg) | 60,000 | 28,034 |

Fuente: elaboración propia en base a información obtenida 2015.

El punto de equilibrio para el primer año se calculó de la siguiente manera:

| Años | Egresos actualizados | Ingresos actualizados | Flujo de Fondos Actualizados del proyecto | Factor de actualización (15.41%) |
|------|----------------------|-----------------------|---|----------------------------------|
| 1 | 5,737,270 | 1,522,787 | - 4,214,482 | 0.86648 |
| 2 | 1,690,724 | 1,754,880 | 64,156 | 0.75078 |
| 3 | 1,734,172 | 2,022,347 | 288,175 | 0.65053 |

| | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|---------|
| 4 | 1,953,159 | 2,330,579 | 377,420 | 0.56367 |
| 5 | 2,315,055 | 2,685,790 | 370,735 | 0.48841 |
| 6 | 1,561,040 | 3,095,140 | 1,534,099 | 0.42319 |
| 7 | 1,586,886 | 3,566,879 | 1,979,993 | 0.36669 |
| 8 | 1,661,469 | 4,110,519 | 2,449,050 | 0.31773 |
| 9 | 1,769,755 | 4,737,016 | 2,967,261 | 0.27530 |
| 10 | 1,937,753 | 5,458,999 | 3,521,246 | 0.23854 |

$$PE.VV = \frac{6,127,751}{1 - \left(\frac{493,622}{1,767,849}\right)} = 8,521,177 \quad \text{Pesos y}$$

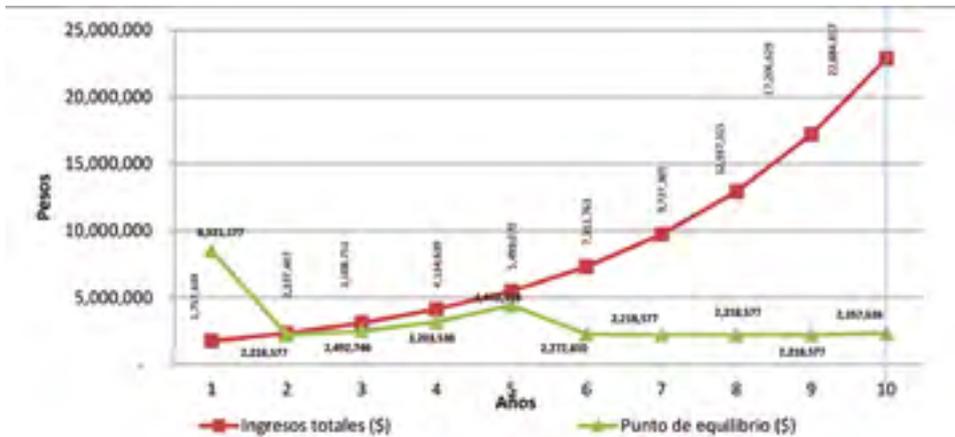
$$PE.VP = \frac{8,521,177}{\left(\frac{1,767,849}{60,000}\right)} = 290,016 \quad \text{Kilogramos}$$

En el Agronegocio sobre producción de fresa libre de Arsénico se requiere obtener un ingreso mínimo por venta de la producción de \$ 8.5 millones de pesos, para que estos ingresos puedan cubrir los costos totales; es decir, para que la empresa esté en una condición de equilibrio, pero este cálculo del punto de equilibrio solamente fue para el primer año e indica que se requiere obtener 384.6% más de ingreso para poder estar en condiciones de equilibrio, lo que equivale a generar \$6.7 millones pesos, es decir, que equivalen a producir 290,916 kilogramos más de producto por la empresa.

En lo referente al T1 el punto de equilibrio en pesos fue de 6,499,155 pesos y el punto de equilibrio en kilogramos de fresa fue de 221,884.

En la Figura 1, se muestra los ingresos totales generados en cada uno de los años con la posible producción e ingreso en equilibrio para el T2. Es decir, el ingreso mínimo que se debe tener durante los 10 años de proyección del proyecto para la agronegocio mediante la producción en cajas, para que la empresa al menos esté en condiciones de equilibrio.

Figura 1. Ingresos totales y punto de equilibrio en pesos por la producción para T2 en 2015



Fuente: elaboración propia en base a información obtenida 2015.

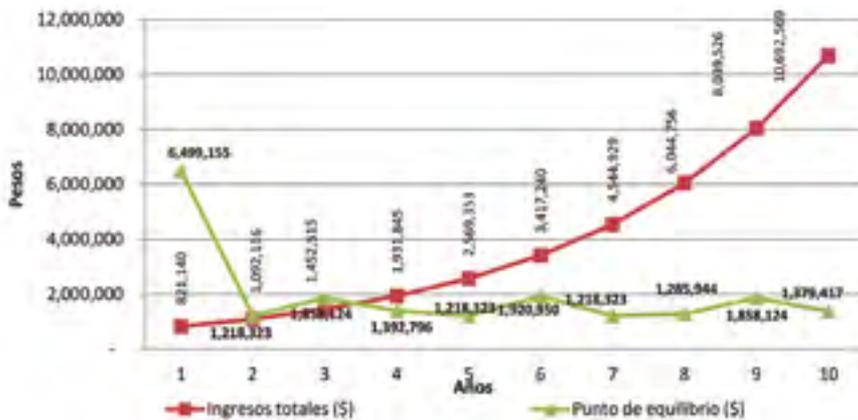
Como se puede observar en el primer año el punto de equilibrio fue de 8.5 millones pesos y los ingresos totales fueron de 1.7 millones de pesos. Esto revela que los gastos superaron a los ingresos, que es lógico debido a la inversión inicial; es decir, por la adquisición de los activos fijos, tales como el costo del Invernadero tipo batitúnel y el Sistema de Filtro Titansorb.

A consecuencia de esto el punto de equilibrio es mayor en 384.6% que los ingresos totales que se obtienen durante el primer año.

A partir del segundo año el 5.1% de los ingresos obtenidos por la producción es mayor que el punto de equilibrio lo que quiere decir que a partir de este año, se empieza a generar un 5.1% de ganancia. Para el tercer año el ingreso es 22.2% mayor que el punto de equilibrio.

Como se muestra el punto de equilibrio de T1 en la Figura 2, se obtienen ganancias a partir del 4 año.

Figura 2. Ingresos totales y punto de equilibrio en pesos por la producción para T1 en 2015



Fuente: elaboración propia en base a información obtenida 2015.

Al realizar el análisis de sensibilidad en el proyecto se puede esperar que durante un periodo de tiempo de análisis a mediano o largo plazo, que en este caso sea 10 años. El proyecto pueda mostrar su rentabilidad o no ser rentable debido al aumento de los costos totales y/o disminuciones en los ingresos totales en el Agronegocio, como se muestra en el cuadro 9.

Cuadro 9. Indicadores de rentabilidad con incrementos del 10 y 20% de los costos totales manteniendo constantes los ingresos totales

| Indicadores de evaluación | Valores obtenidos en T2 | Valores obtenidos en T1 |
|--|-------------------------|-------------------------|
| Incrementó del 10% de los costos totales | | |
| VAN | \$7,142,925 | \$568,726 |
| B/C | 1.30 | \$1.04 |
| TIR | 31.1% | 17.7% |
| N/K | 2.49 | 1.17 |
| Incrementó del 20% de los costos totales | | |
| VAN | \$4,948,197 | -\$708,425 |
| B/C | 1.19 | 0.95 |
| TIR | 25.7% | 12.6% |
| N/K | 1.92 | 0.81 |

Fuente: elaboración propia en base a información obtenida 2015.

Al efectuar el análisis de sensibilidad a través de los costos, que consistió en hacer incrementos del 10 y del 20% a los costos totales de producción manteniendo constante los ingresos totales, obteniendo los indicadores de rentabilidad en cada uno de los casos como se muestran en el cuadro 9, el cual muestra que a pesar de que haya un incremento del 20% en los costos totales el Agronegocio es capaz de soportar ese aumento y todavía mostrar viabilidad, para el caso de T2. Par el caso de T1 solo es rentable para un incremento del 10% en los costos, para el incremento en 20% deja de ser rentable.

Mediante el análisis sensibilidad a través de los ingresos, que se realizó mediante la proyección de una disminución del 10 y del 20% en los ingresos totales manteniendo constantes a los costos totales en cada uno de los casos, donde los indicadores de rentabilidad obtenidos siguen mostrando rentabilidad y viabilidad del agronegocio a pesar de un decremento significativo del 20% de éste concepto, los indicadores son aceptados para el proyecto para el caso de T2, como se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10. Indicadores de rentabilidad con disminución del 10 y 20% de los ingresos totales manteniendo constantes los costos totales

| Indicadores de evaluación | Valores obtenidos en T2 | Valores obtenidos en T1 |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Disminución del 10% en los Ingresos Totales | | |
| VAN | \$6,209,160 | \$384,138 |
| B/C | 1.3 | 1.03 |
| TIR | 30.4% | 17.1% |
| N/K | 2.4 | 1.12 |
| Disminución del 20% en los Ingresos Totales | | |
| VAN | \$3,080,666 | -\$1,077,601 |
| B/C | 1.14 | 0.92 |
| TIR | 23.2% | 10.2% |
| N/K | 1.68 | 0.66 |

Fuente: elaboración propia en base a información obtenida 2015.

Para el caso de T1 solo es rentable para una disminución del 10% en los ingresos, para una disminución de 20% deja de ser rentable.

Conclusiones

1. Para el caso de T2, los resultados obtenidos de los indicadores de evaluación económica VAN, B/C y TIR, muestran que es rentable el Agronegocio para la producción de fresa debido a que se superaron sus valores críticos durante la vida útil del proyecto y a una tasa de actualización del 15.41%, al igual que para T1, pero con menor rentabilidad.

2. A partir del segundo año de inversión se empieza a obtener ganancia y a partir del tercer año se recupera la inversión para T2 y para T1 a partir del tercer año de inversión se empieza a obtener ganancia.

3. El análisis de sensibilidad, muestra que al aplicar una disminución de los ingresos totales en las mismas magnitudes que los incrementos en los costos totales, los indicadores obtenidos muestran menor rentabilidad, es decir, puede tener mayor riesgo en sus utilidades en la medida que los ingresos tiendan a disminuir por bajas en los precios de mercado y por la disminución de la producción.

Bibliografía

Baca, U. G. 2010. *Evaluación de Proyectos*. México. 6ta Edición. Mc Graw Hill. 318 p.

Carbonell, B. A. A., Burló C. F.M., Mataix, B, J.,J. 1995. Arsénico en el Sistema suelo-planta. Significado ambiental. Universidad de Alicante.

CONAFRE. 2012. Sistema Producto Fresa. Plan Rector Nacional de la Fresa. Zamora. Mich.

- Díaz, S. F. R. 2015. Informe Técnico. del proyecto. Efecto del Arsénico en Agua de Riego sobre el Crecimiento, Rendimiento, Calidad y Rentabilidad de Fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) en Condiciones de Sustrato e Invernadero
- FND. 2015. Panorama de la Fresa. México. Recuperado el 1 de marzo de 2016 en [http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20Fresa%20\(ene%202015\).pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20Fresa%20(ene%202015).pdf)
- Jonhson, L. R., and Hitbold, A. E. 1969. "Arsenic content of soil and crops following use of methanearsonate herbicides. *Soil Sci. Soc. Amer.*, Proc. 33: 279-282.
- Muñante, P. D. 2004. Formulación y Evaluación de Proyectos de inversión. División de Ciencias – Económico Administrativas. Apuntes. Universidad Autónoma Chapingo. 171 P.
- Saldaña, R. A. 2008. Cuantificación de arsénico absorbido por plantas de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) desarrolladas en sustrato e invernadero, y en alfalfa (*Medicago sativa*) en condiciones de campo. Tesis de licenciatura. Instituto de Ciencias Agrícolas (ICA). Universidad de Guanajuato.
- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON), 2015. Del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesquera <http://www.siap.gob.mx>
- Spag, C. N. 2011. *Proyectos de Inversión. Formulación y evaluación*. Chile 2da. Edición, editorial Pearson Educación. 544 p.
- Vázquez, P.M., Pérez, S.F., Gallardo, R.F., Hernández, F.E. 2006. Evaluación de Proyectos de Inversión Establecimiento y Administración de un Agroneogocio. Universidad Autónoma Chapingo.
- Woolson, E. A. 1973. "Arsenic phytotoxicity and uptake in six vegetable crops. *Weeds Sci.* 21: 524-527.