



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA**

**Rentabilidad financiera en la producción de  
alcatraz en un humedal artificial, en el Municipio  
de Ixmiquilpan, Estado de Hidalgo.**

**T E S I S I N A**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**B I Ó L O G A(O)**

**P R E S E N T A:**

**Franco Chávez Moisés Miguel Angel**



**DIRECTOR(A) DE TESINA:  
Biólogo Joel Romero Carmona**

**Noviembre de 2015**

**México, D.F.**

Se agradece el apoyo de la DGPA-UNAM, proyecto  
PAPIME PE203514, para la realización de la tesina.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

## *Agradecimientos*

A la Universidad Nacional Autónoma de México que desde la preparatoria me ha acompañado en mi formación profesional, cultural y humana. Es un orgullo pertenecer a esta magnífica y digna institución.

A la Fes Zaragoza que durante seis años fue mi segundo hogar y que no solo me brindó una carrera, sino formación humana, gracias por que fue ahí donde conocí a personas grandiosas que me acompañaron durante toda esta gran aventura llamada licenciatura.

A mis profesores Joel Carmona y Eliseo Cantellano por dedicarme su tiempo y transmitirme sus conocimientos en temas empresariales para la culminación de este trabajo.

Agradezco el apoyo de la DGPA-UNAM, proyecto PAPIME PE203514, para la realización de la tesina.

## *Dedicatorias*

*A mis padres y hermano*

*Miguel Franco y Graciela Chávez no tengo palabras para agradecerles por todo lo que me han transmitido en mis 24 años de vida. Le doy gracias a la vida por haberme concedido a unos padres maravillosos, soy afortunado al tenerlos a ustedes. El compromiso que hicieron para que yo me fuera superando está empezando a dar frutos y éste es solo el comienzo. Este trabajo va dedicado a ustedes porque no solo mi esfuerzo fue requerido, el sacrificio de ambos es en gran parte el pilar de este trabajo. A mi hermano Freddy con el que convivo hace 22 años y es mi inspiración según sus palabras. Siempre está para darme una mano en el momento en que la necesite*

*A mi abuelita*

*Que aunque ya no se encuentra conmigo, aun la siento en mi persona. A ella le debo gran parte de mi educación y mis valores. Tú que siempre estuviste al tanto de mis estudios y me inculcaste la idea de superarme día tras día, serás siempre mi segunda madre.*

*A mis tíos*

*Miguel, Laura y César: no cabe duda que sin ustedes no habría podido conseguir lo que hasta ahora es mi más grande triunfo, su apoyo, consejos y regaños ayudaron a formar a un mejor ser humano.*

*A mis amigos*

*Con los cuales compartí grandes experiencias como lo fueron las prácticas de campo y las retas de fútbol que solíamos disfrutar en las canchas de la Fes. Sin ustedes mi estadía en la universidad no hubiera sido la misma. Octavio, Carlos, Víctor, Angel, Jonathan, Fidel, Ever, Montserrat, Ester, Alejandra, Itzel, Jaqueline, Sergio, Askary, gracias por formar parte de este gran episodio de mi vida.*

## Contenido

1. Resumen.....	6
2. Introducción .....	6
3. Marco teórico .....	8
3.1 Aspectos biológico y de cultivo de <i>Zantedestechia aethiopica</i> .....	8
3.2 Humedales artificiales.....	11
3.3 Aspectos económicos de <i>Zantedestechia aethiopica</i> .....	13
4. Antecedentes.....	16
5. Planteamiento del problema .....	18
6. Objetivos .....	19
7. Material y método .....	20
8. Resultados.....	20
8.1 Tipos de humedales .....	20
8.2 Condiciones y producción del alcatraz.....	23
8.2.1 Descripción del sistema .....	23
8.2.2 Producción de alcatraz.....	24
8.2.3 Cultivo de alcatraz en Villagrán. ....	26
8.3 Costos y beneficios de un humedal artificial.....	27
8.3.1 Humedal artificial en Topilejo, Tlalpan .....	27
8.3.2 Humedal artificial en Tlapanaloya, Estado de México.....	29
8.3.3 Beneficios económicos .....	31
8.4 Rentabilidad .....	35
8.4.3 Proyección de ingresos y egresos de operación .....	38
8.4.4 Costos totales .....	39
8.4.5 Depreciación .....	40
8.4.6 Flujo de efectivo.....	41
8.4.7 Punto de equilibrio.....	42
8.4.8 Valor actual neto .....	42
8.4.9. Tasa interna de retorno (TIR) .....	43

<b>8.4.10 Relación beneficio costo .....</b>	<b>44</b>
<b>8.4.11 Cálculos indicativos .....</b>	<b>44</b>
<b>9. Conclusiones.....</b>	<b>46</b>
<b>10. Referencias bibliográficas.....</b>	<b>48</b>

# 1. Resumen

La circulación del capital económico y financiero que es producto del manejo integral de los recursos naturales y ambientales es una necesidad en la sociedad mexicana.

En la presente tesina se evaluó la rentabilidad financiera de un sistema de producción de alcatraz (*Zantedeschia aethiopica*) en un humedal artificial de flujo subsuperficial con un área de 288 metros cuadrados ubicado en la Localidad de Villagrán, perteneciente al Municipio de Ixmiquilpan en el Estado de Hidalgo. Se utilizaron los indicadores de evaluación económica: valor actual neto (VAN), relación beneficio-costos (B/C), punto de equilibrio y tasa interna de retorno (TIR) para realizar el análisis de rentabilidad.

Los resultados obtenidos para un periodo de 5 años fueron: VAN = 1,341,009.57, B/C = 1.96, punto de equilibrio = \$147,835.70 por año y TIR = 61.55. Con base en estos indicadores, se concluyó que el proyecto resulta viable desde el punto de vista económico y por lo tanto la rentabilidad del proyecto de inversión es excelente.

## 2. Introducción

El agua es un recurso esencial e indispensable para el desarrollo de la vida. Sin embargo, en la actualidad su disponibilidad superficial ha disminuido

paulatinamente debido a la contaminación de las reservas hídricas, ocasionando un desequilibrio ambiental, social y económico (Esponda, 2001) por lo tanto se ha estado utilizando cada vez más su disponibilidad subterránea, residuales y de reúso.

El crecimiento urbano, y la indolencia cultural de diversos sectores de desarrollo como el industrial, agropecuario y urbano afectan a la flora, fauna y la funcionalidad de los ecosistemas, además de las implicaciones que esto puede tener en la salud de las poblaciones aledañas (Ramírez *et al.*, 2009). Las aguas residuales son una materia prima que contiene productos útiles (agua y materia orgánica) y otros que son perjudiciales; por lo cual resulta conveniente separar estos últimos y aprovechar los demás en beneficio de diferentes aplicaciones (Calvo, 1999). Existen diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales, destacando por su amplitud de uso, el de lodos activados. Sin embargo, esta tecnología presenta la dificultad en cuanto a costo de inversión, pero sobre todo de mantenimiento.

Una alternativa para esta situación son los humedales artificiales. Las plantas que más comúnmente se utilizan son el tule (*Schoenoplectus acutus*, *Scirpus acutus*, *Schoenoplectus lacustris*, *Scirpus lacustris* subsp. *acutus*) y el carrizo (*Phragmites australis*). Hoy en día en estos sistemas se ha empezado a utilizar plantas ornamentales que además de lograr la degradación de contaminantes, se perfilan como una opción de tratamiento sostenible y de alta eficiencia debido a los beneficios en cuanto a valor estético y comercial (De la Orta y Muñoz, 2011).



Una de las plantas de mayor importancia ornamental es el alcatraz (*Zantedestechia aethiopica*), ya sea para adornar un altar en una fiesta o simplemente admirar la belleza de esta flor (García-López, 2010). En la época contemporánea, la flor de alcatraz es utilizada en las fiestas de pascua y en arreglos florales como símbolo de pureza. La producción es principalmente como flor de corte por su aceptación en el mercado y su alto índice de venta (Hernández-Hernández, 2013). El uso de esta planta en humedales artificiales ha sido demostrado (Belmont *et al.*, 2004) en humedales del centro de México por lo que representa una oportunidad de generación de un producto adicional durante el tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, todavía es necesario determinar los beneficios económicos y financieros que generan.

Con base en lo anterior, este proyecto medirá la rentabilidad financiera en la producción de alcatraz en un humedal artificial localizado en la comunidad de Villagrán, municipio de Ixmiquilpan, en el Estado de Hidalgo.

### **3. Marco teórico**

#### **3.1 Aspectos biológico y de cultivo de *Zantedestechia aethiopica***

*Zantedestechia aethiopica* es una planta exótica originaria de Sudáfrica. Es una planta terrestre sin savia lechosa, de hasta un metro. Posee un tallo subterráneo, un rizoma grueso, suculento, mientras que las hojas son espiraladas con peciolo de 33 a 82 cm, esponjosos; láminas foliares simples,

de 15 a 40 cm de largo y 6.8 a 24.5 cm de ancho, oblongo-deltoideas a lanceolado-deltoideas, con la base sagitada a subhastada, con 6 a 10 venas laterales por lado. Poseen una inflorescencia por axila, sobre un pedúnculo alargado; una bráctea grande (llamada espata) de 10.5 a 22.5 cm de largo y de 7.5 a 13.5 cm de ancho, rodea parcialmente la inflorescencia, en su parte basal está cerrada como un tubo de color verdoso y hacia arriba se abre ampliamente en una lámina redondeada a elíptica, de color blanco puro y con el ápice curvado hacia atrás. Este tipo de inflorescencia se llama espádice (es decir una espiga con el eje carnoso y rodeada por una espata) de 3.9 a 9.6 cm de largo, con la región masculina hacia el ápice y la femenina hacia la base, no presenta ninguna zona estéril entre estas dos regiones, ni presenta apéndice estéril apical; la región masculina de aproximadamente 0.5 a 0.6 cm de ancho, de color anaranjado-dorado o amarillo-dorado. Las flores son unisexuales y sin perianto; las flores masculinas con 2 ó 3 estambres separados; las flores femeninas con el ovario súpero, trilobular, con 1 a 4 óvulos por lóculo y posee un estilo. Los frutos son bayas verdes, que llegan a ser anaranjados en la porción basal, con 1 a 12 semillas.

Esta especie habita en canales de riego, zanjas de desagüe, orillas de cuerpos de agua, potreros en regiones húmedas. Se reporta que su distribución altitudinal es hasta los 1,900 msnm. Se ha observado de manera silvestre en regiones de bosque pino-encino y en bosque mesófilo de montaña (Vibrans, 2009).

*Zantedestechia aethiopica* forma parte de la lista de cultivos de importancia comercial del estado de Veracruz, específicamente en el Municipio La Perla y se estima una superficie cultivada de 50 ha (SEFIPLAN, 2011), todas a campo abierto. Con aproximadamente 1,200 productores La Perla es el municipio con mayor superficie cultivada y quizás en todo México, también cuenta con altos niveles de marginación. Generalmente, la siembra de esta planta la realizan productores con pequeñas superficies y con labores culturales mínimas, ya que es una especie adaptada a la zona (Albores, 2000). La producción exitosa de este cultivo, se basa en crecer alcatraces bajo sombra natural o artificial (Hernández, 2013).

Como consecuencia al escaso nivel tecnológico de la producción, muchos pequeños productores están abandonando el cultivo debido entre otras causas a la enfermedad llamada “pudrición blanda” provocada por las bacterias *Pectobacterium carotovorum ssp. astrosepticum*, *Pectobacterium carotovorum ssp. carotovorum* y *Pectobacterium chrysantemi* (García-López, 2010; Ortiz, 2013). Como resultado se ha generado un problema que ha ocasionado la pérdida casi del 90 % de las unidades de manejo, por lo que este cultivo se encuentra en una situación alarmante (García-López, 2010).

La producción de alcatraz en un humedal artificial podría ser una nueva técnica para contribuir a satisfacer tanto la demanda nacional como la internacional, además de que uno de los recursos claves como lo es el agua se obtendría de aguas residuales.

### 3.2 Humedales artificiales

Un humedal es una zona inundada por agua superficial o subterránea, con una frecuencia, duración y profundidad capaz de mantener vegetación adaptada a sustratos saturados y condiciones de estrés (Arias y Brix, 2003). En este sentido, los humedales artificiales (Figura 1) son específicamente diseñados para tratar las aguas residuales a través de microorganismos, plantas y animales que eleven la capacidad depuradora y potencialicen los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren en la naturaleza con la intervención del sol como principal fuente de energía (Torres, 2005; Llagas y Gómez, 2006; Morató *et al.*, 2006).

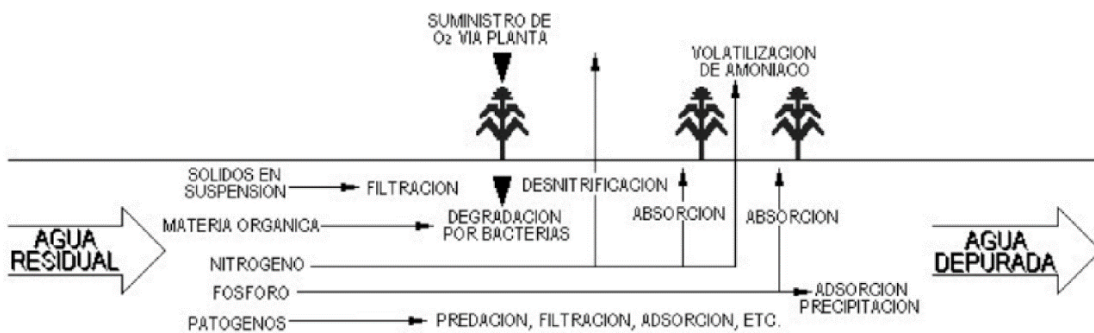


Figura 1. La depuración del agua residual en el humedal artificial.

Los humedales artificiales ofrecen beneficios ambientales como mejoramiento de la calidad ambiental, paisaje, creación de nichos ecológicos y zonas de amortiguamiento climáticas (Llagas y Gómez, 2006). Además, resultan económicamente más ventajosos que los sistemas de tratamiento de aguas residuales convencionales.

Existen diferentes sistemas para clasificar a los humedales, sin embargo, todos ellos toman en consideración tres criterios: El tipo de vegetación presente, el tipo de flujo y la dirección del mismo.

Los humedales artificiales de flujo superficial (HAFS) se caracterizan por el flujo libre del agua sobre el sustrato y a través de los tallos y raíces de la vegetación presente; mientras que en los sistemas de flujo subsuperficial (HAFSS), el agua fluye a través de un medio poroso que sirve de material filtrante (Arias y Brix, 2003; Torres, 2005).

Por otro lado, los humedales de flujo subsuperficial horizontal (HAFSSH) se diferencian de los de flujo vertical (HAFSSV) porque la circulación del agua se realiza horizontalmente a través de un sustrato permanentemente inundado con una profundidad de 0.6 m (Llagas y Gómez, 2006; Delgadillo *et al.*, 2010). En contraste, los HAFSSV funcionan con lechos de 1.8 metros de profundidad que son operados bajo ciclos de llenado, infiltración vertical y vaciado (Torres, 2005); por lo que su eficiencia de remoción es superior en algunos aspectos a los humedales de flujo horizontal.

Uno de los componentes principales de los humedales son las plantas. Éstas pueden ser flotantes, enraizadas o sumergidas. Destacan las plantas como tule (*Schoenoplectus acutus*, *Scirpus acutus*, *Schoenoplectus lacustris*, *Scirpus lacustris* subsp. *Acutus*) y carrizo (*Phragmites australis*) por su amplio uso, sin embargo, recientemente se están empleando plantas ornamentales como el alcatraz.

### **3.3 Aspectos económicos de *Zantedestechia aethiopica***

El cultivo de la flor de Alcatraz (*Zantedestechia aethiopica*) es principalmente como flor de corte por su alto índice de venta, además, tienen gran importancia y aceptación en el mercado, principalmente por su bajo costo de producción, por la forma de la inflorescencia y por el color blanco que tiene la espata. El alcatraz representa una alternativa de producción y obtención de recursos económicos que no ha sido del todo considerada por los productores del país (Hernández-Hernández, 2013).

En México solo 10% de la producción nacional es exportada hacia otros países como Holanda, Estados Unidos y Japón (Hernández-Hernández, 2013), mientras que el 90% restante abastece el mercado interno (mercados de abasto, regionales locales y florerías) (SEFIPLAN, 2011), el cual está centralizado en las 3 principales regiones metropolitanas del país, Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey (Hernández-Hernández, 2013).

La idea de rentabilidad financiera ( $R_f$ ) está relacionada a los beneficios que se obtienen mediante el empleo de ciertos recursos, en un periodo temporal determinado y que suele referirse a las utilidades que reciben los inversionistas.

Expresada normalmente en porcentaje (%), mide la rentabilidad del capital propio o rentabilidad de los accionistas. Se obtiene dividiendo el beneficio anual, una vez deducidos los intereses de las deudas o costo del capital ajeno más el impuesto

que grava la renta de la sociedad, por el valor de los fondos propios (capital más reserva) multiplicado por cien. Sumando al numerador de la anterior relación la cuota del impuesto que grava la renta de la sociedad, se obtiene la rentabilidad financiera antes del impuesto (Andía, 2011|).

$R_f = BN/F$  donde:

BN: Beneficio neto= Beneficio económico (BE) – Intereses (i) – Impuestos (I)

F= Fondos propios = Capital (C) + Reservas (R)

El BN es el beneficio que ganan los propietarios de la empresa, una vez pagados los intereses y otros gastos financieros y los impuestos.

Para todas las empresas y los inversionistas, el objetivo siempre será maximizar la rentabilidad financiera: a mayor rentabilidad, mayores ganancias netas.

## **Indicadores de rentabilidad**

En el campo empresarial las decisiones de inversión son muy importantes porque son el medio para implementar las estrategias y lograr los objetivos que se han propuesto. El documento básico para el análisis de la decisión de inversión es el proyecto de inversión. La evaluación de proyectos permite medir las bondades de la inversión desde el punto de vista económico, por ello se estiman los probables ingresos y costos en un horizonte de tiempo, la comparación de los valores genera un conjunto de indicadores que muestran la rentabilidad y determinan la conveniencia de ejecutar el proyecto (Andía, 2011).

## **El Valor Actual Neto (VAN)**

El VAN es un indicador que forma parte del análisis beneficio costo, es decir, cuando se aplica en aquellos casos en que los beneficios de una inversión compense a los costos. El VAN es un indicador que muestra la riqueza adicional que genera un proyecto luego de cubrir todos sus costos en un horizonte determinado de tiempo, es decir, cuando se analiza una inversión, lo mínimo que se debe obtener es: cubrir sus costos (Andía, 2011).

## **Tasa interna de retorno**

Es aquel valor relativo que iguala el valor actual de la corriente de ingresos con el valor actual de la corriente de egresos estimados. Es decir, este concepto envuelve criterios de matemáticas financieras al referirse a valores actuales, y criterios contables al mencionar o incluir corrientes de ingresos y egresos (Altuve, 2004).

## **Punto de equilibrio y relación beneficio-costos**

El punto de equilibrio es la cifra de ventas a partir de la cual, la empresa empezará a obtener beneficios.

Dicho de otra manera, el punto de equilibrio es la cifra de ventas que se deberá alcanzar en un periodo de tiempo determinado para no perder ni tampoco ganar dinero (Ludevid, 1994).

Hallar y analizar el punto de equilibrio permite, por ejemplo:



- Obtener una primera simulación que nos permita saber a partir de qué cantidad de ventas empezaremos a generar utilidades.
- Conocer la viabilidad de un proyecto (cuando nuestra demanda supera nuestro punto de equilibrio).
- Saber a partir de qué nivel de ventas puede ser recomendable cambiar un Costo Variable por un Costo Fijo o viceversa, por ejemplo, cambiar comisiones de ventas por un sueldo fijo en un vendedor.

La relación beneficio costo es aquella relación en la que tanto el flujo de beneficios como el de los costos se actualiza a una tasa de interés que se considera próxima al costo de oportunidad del capital. Esta relación se emplea normalmente, como instrumento de evaluación de proyectos del sector público (se ha utilizado, sobre todo, para evaluar inversiones en recursos hidráulicos (Guerra, 2002)

## **4. Antecedentes**

El agua apta para el consumo humano y el riego es un recurso escaso en la región densamente poblada del centro de México. Un estudio de monitoreo de contaminación en la cuenca del Río de Texcoco en la parte central de México mostró que la principal fuente de contaminación es la descarga de aguas residuales domésticas (Belmont y Metcalfe, 2002). El tratamiento de aguas residuales y reúso de aguas tratadas son una potencial solución para abordar los problemas de la pobre cantidad y calidad del agua en esta región. En el año 2004 para afrontar este problema se construyó un proyecto piloto de un humedal para el tratamiento de aguas residuales en la comunidad de Santa María Nativitas.

Los beneficios económicos en la construcción del humedal fueron considerados fuertemente en países en vías de desarrollo donde incentivos adicionales fueron requeridos para alentar a las comunidades a mantener humedales de tratamiento como lo fue la introducción de plantas ornamentales. Las plantas ornamentales funcionan de gran manera en el tratamiento de aguas residuales y al mismo tiempo proveen beneficios económicos. Las plantas ornamentales no se consumen y no representa riesgos a la salud si están contaminadas por componentes tóxicos del humedal (Belmont *et al*, 2004).

Wolverton (1990) reportó que el alcatraz (*Zantedeschia aethiopica*) y otras especies de plantas ornamentales plantadas en un filtro de roca se usaron para tratar efluentes de una fosa séptica, y fueron capaces de adicionar oxígeno e incrementar la actividad biológica en la cama séptica.

De igual manera se observó que *Zantedeschia aethiopica* y se desarrolla bien como planta emergente en un humedal de tipo flujo horizontal de subsuperficie; además de que incrementó la efectividad en el tratamiento de aguas residuales porcícolas (Figueroa, 2002).

Otro ejemplo de un humedal exitoso se encuentra en la Comunidad de Villagrán, municipio de Ixmiquilpan, Estado de Hidalgo, donde los habitantes utilizaban aguas residuales para el riego de hortalizas Sin embargo, la producción se detuvo porque se violaba la Norma Oficial Mexicana que limita el uso de aguas residuales para el cultivo. La construcción del humedal corrió a cargo del biólogo de la FES

Zaragoza UNAM Eliseo Cantellano de Rosas, quien se acercó a la comunidad y propuso la creación de un humedal. Previo a la construcción, se planteó un proceso social de integración, adopción y adecuación del sistema, lo cual permitió a los habitantes de Villagrán conocer las ventajas del sistema y sus alcances. El humedal les permitió concentrar seis estanques piscícolas para la crianza de tilapia y la producción de alcatraces, que generan un ingreso económico para las familias del lugar. Las aguas que trata este humedal no contienen contaminantes pesados ni difíciles de eliminar, ya que recorren 70 kilómetros desde su origen en la Ciudad de México y transitan por dos presas donde se llevan a cabo procesos de sedimentación, exposición a la luz solar y ultravioleta; atraviesa canales con caídas, donde habitan microorganismos, así como plantas acuáticas y flotantes. Estas aguas también pasan por un proceso previo de depuración natural. Para verificar la condición óptima del agua tratada, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) hace muestreos para comprobar la disminución de contaminantes. Actualmente se da seguimiento a la calidad del agua y los productos derivados del sistema, además de que se brinda servicio y capacitación a otras comunidades de la región y del Estado de Hidalgo (Castro, 2010). También se utilizó en el tratamiento de aguas residuales lácteas en el estado de Veracruz como planta emergente y se obtuvieron resultados positivos (Seba, 2013).

## **5. Planteamiento del problema**

Durante varios años, la comunidad de Villagrán ha establecido diversas especies vegetales para el tratamiento de las aguas residuales. La plantación de alcatraz

representa una alternativa de ingreso económico complementario, Sin embargo, es necesario conocer las condiciones y sobre todo los aspectos económicos de una plantación de ese tipo, es decir es necesario cuantificar los costos y los ingresos de dicha plantación para poder determinar si es financieramente viable. Se ha mencionado anteriormente que *Zantedeschia aethiopica* funciona de manera óptima para tratar aguas residuales, en este trabajo se evaluará que tan rentable es producir alcatraz a partir de un humedal artificial.

## 6. Objetivos

### Objetivo general

Determinar la rentabilidad financiera de la producción de alcatraz en un humedal artificial en el Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo para conocer qué tan viable puede ser el proyecto.

### Objetivos particulares

- Investigar las condiciones de cultivo de alcatraz así como antecedentes donde se utilizó esta especie para el diseño y operación del humedal.
- Investigar costos y beneficios económicos de un humedal artificial para saber el gasto de inversión en la construcción de un humedal.
- Determinar los indicadores de VAN, TIR, B/C y punto de equilibrio para determinar qué tan rentable puede ser la producción de alcatraz en un humedal artificial.

## **7. Material y método**

El trabajo se realizó bajo las siguientes secuencias de actividades junto con algunas revisiones bibliográficas.

Se investigó de manera general los tipos de humedales.

Para determinar la rentabilidad financiera se utilizaron los siguientes índices: tasa interna de retorno, valor actual neto y punto de equilibrio, mediante el uso de fórmulas específicas en una hoja de cálculo Excel.

Para la descripción y condiciones de producción de alcatraz, se llevó a cabo una visita al humedal localizado en el Municipio de Ixmiquilpan. De igual manera se aprovechó la visita para obtener datos de costo en la infraestructura y de mantenimiento del humedal. Para conocer los precios y beneficios en el establecimiento y construcción de un humedal se recurrió a la bibliografía.

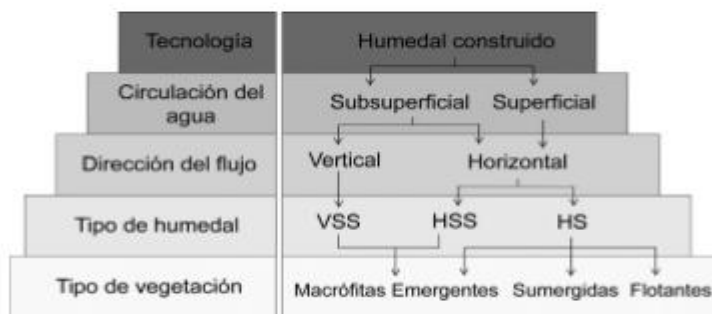
## **8. Resultados**

### **8.1 Tipos de humedales**

Estos sistemas se pueden clasificar de acuerdo a diversos criterios. La Figura 2 muestra una clasificación de humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales basada en la circulación y dirección del flujo de agua. Además,

muestra los tipos de macrófitas (plantas) empleadas por cada tipo de humedal. De forma general se puede hablar de humedal sin medios de soporte (Humedales Superficiales, HS) y humedales con medios de soporte. Estos últimos se dividen en humedales de flujo subsuperficial horizontal (HSS) y de flujo subsuperficial vertical (VSS). Los humedales con medios de soporte (HSS y HV) ofrecen dos ventajas respecto a los humedales sin medios (HS): a) evitar la exposición de agentes contaminantes durante el tratamiento, y b) funcionar bien en temperaturas ambientales de congelamiento (<math><4^{\circ}\text{C}</math>). En el caso de la vegetación, esta puede ser flotante, sumergida y emergente, y su aplicación depende de la circulación del agua (Kadlec y Wallace, 2009).

Figura 2. Clasificación de humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales donde: HS: Humedal superficial, HSS: Humedal de flujo subsuperficial horizontal, VSS: Humedal de flujo subsuperficial vertical.

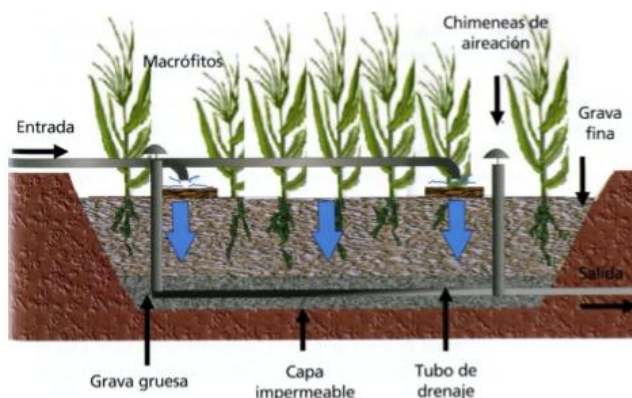


Fuente: Kadlec y Wallace, 2009.

Para este proyecto se eligió la construcción de un humedal de flujo subsuperficial. Las principales razones por la que se eligió tienen que ver con los riesgos biológicos y químicos que estos pueden provocar, destacando plagas de mosquitos y olores. Al ser un sistema en el que el agua mantiene un nivel subsuperficial, evita los problemas con la proliferación de insectos, igualmente el riesgo de que el personal entre en contacto con el agua residual es mínimo llevando a cabo así actividades como lo son la plantación de bulbos y el corte de flores sin complicación alguna.

Un humedal artificial consiste en zanjas o canales con un sistema de filtración previo y estructuras de alimentación y salida de agua. El humedal se llena con material de porosidad media, en el cual se planta un tipo de vegetación específico. Adherida al medio de soporte y a las raíces y rizomas de las plantas se forma una biopelícula, que tiene un papel fundamental en los procesos de descontaminación (Stottmeister *et al.*, 2003). El flujo de agua es horizontal y se diseña para tener una altura por debajo de la superficie del medio de soporte, de ahí toma el nombre de flujo subsuperficial como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Representación esquemática de un humedal artificial de flujo subsuperficial.



## **8.2 Condiciones y producción del alcatraz**

### **8.2.1 Descripción del sistema**

La zona de estudio se localiza en la comunidad Ex Hacienda de Ocotza, Julián Villagrán, que pertenece al Municipio de Ixmiquilpan, Estado de Hidalgo.

Las aguas que trata este humedal de flujo subsuperficial provienen del canal Xotho la cuales previamente recorren 70 kilómetros desde su origen en la Ciudad de México y transitan por dos presas donde se llevan a cabo procesos de sedimentación, exposición a la luz solar y radiación ultravioleta; atraviesa canales con caídas, donde habitan microorganismos, así como plantas acuáticas y flotantes. De esta manera, puede plantearse que las aguas que llegan al predio del proyecto han pasado por un proceso previo de depuración natural. El suministro se toma del canal con una manguera de dos pulgadas y se vierte al sedimentador del humedal.

El sistema de humedal artificial de la localidad de Julián Villagrán, municipio de Ixmiquilpan Hidalgo consiste en:

1. Un canal sedimentador (Afluente) de 34 m de largo por 1.5 m de ancho, en el que se incorpora el agua proveniente del canal. En esta etapa muchos sólidos de gran tamaño se sedimentan o quedan atrapados en una malla que se localiza en tres sitios separados (inicio, en medio y final del sedimentador).



2. El canal de sedimentación se conecta con un distribuidor el cual presenta las siguientes dimensiones 10.00 m de largo, por 0.70 m de profundidad y 0.60 m de ancho.

3. Una vez que el agua se acumula de manera uniforme en el distribuidor, pasa mediante caída libre a un par de filtros paralelos, cada uno con 10.00 m de largo por 4.80 m de ancho. En ellos se utilizó como sustrato grava, plantándose *Zantedeschia aethiopica* y manteniendo un flujo subsuperficial con un tiempo de retención hidráulica de dos días.

4. El agua tratada en esta primera etapa cae por desnivel topográfico hacia un segundo distribuidor de 10.00 m de ancho, 4.80 m de largo recibiendo oxígeno de la atmósfera y propiciando el crecimiento de algas. Posteriormente el agua corre hacia un segundo par de filtros. Así mismo, el proceso se repite con un tercer par de filtros con las mismas dimensiones.

5. El agua que ha pasado por los tres pares de filtros llega por última instancia a un depósito al que se denomina efluente con dimensiones de 9.8m de ancho y 0.43 m de largo (Cruz, 2013).

### **8.2.2 Producción de alcatraz**

Las plantas son un componente esencial en el diseño y operación de un humedal artificial (Konnerup *et al.*, 2009). Entre la diversidad de funciones que proveen, se cuentan: a) promover el asentamiento y la retención de sólidos en suspensión

(Aguirre, 2004), b) proporcionar superficie para el desarrollo de biopelículas microbianas (Bécares, 2004), y c) transportar oxígeno a su zona radicular (Vymazal, 2011). En estos filtros las bacterias llevan a cabo procesos de óxido-reducción, los cuales serán atrapados por la biopelícula, sedimentados o bien, absorbidos por las raíces de las plantas (Cruz, 2013)

Las plantas ornamentales se han recomendado para llevar a cabo este tipo de proyectos, ya que al cumplir con las características ya mencionadas también puede proporcionar un realce en el aspecto estético del humedal, sin olvidar que se obtendría un beneficio económico extra a través de la producción de flores de importancia en el mercado nacional.

Con este beneficio económico se podría recuperar parte de la inversión inicial, así como los gastos de mantenimiento que el humedal pudiera recurrir y lo más importante se lograría un nicho de producción el cual funcionaría como una gran fuente de ingresos que les permita a los trabajadores cubrir sus necesidades básicas.

*Zantedeschia aethiopica* (Cala), *Strelitzia reginae* (Ave del paraíso), *Anthurium andraenum* (Flor de flamenco), *Agapanthus africanus* (Agapanto) y *Hemmerocallis dumortieri* (Lirio de día) fueron estudiadas en sistemas HSS y VSS a escala de laboratorio. La primera mostró una mejor tasa de crecimiento respecto de las otras tres especies. Lo anterior se manifestó en la producción del número de flores y brotes por planta, siendo más alta en *Z. aethiopica*, con alrededor de 6 brotes y 10 flores producidas (Zurita *et al.*, 2009).

Otro caso exitoso lo llevó a cabo Bohórquez en 2009, quien observó la adaptación del alcatraz al medio acuático fue eficiente. Se obtuvieron plantas vigorosas con presencia permanente de flores y buen anclaje al material plástico empleado como sustrato (en sustratos inertes o medios de soporte plástico).

*Zantedeschia aethiopica* de nombre común cala o alcatraz, es una planta herbácea perenne. Crece en áreas con abundante agua. Se distribuye en todas las regiones subtropicales del mundo. Los alcatraces son plantas que prefieren temperaturas entre 15 y 28 °C que generalmente son proporcionadas dentro de invernaderos (De Pascale y Paradiso, 2006; Dennis *et al.*, 1994) aunque soporta las heladas. Alcanza los 1,5 m de altura y produce de 2 a 3 flores blancas por cada bulbo (Sacoto, 2010).

El alcatraz puede ser cultivado en zonas cafetaleras de altura entre los 900 y 1,300 m sobre el nivel del mar. Esta especie no debe cultivarse directamente al sol, su exposición debe ser de sombra o semisombra. La menor intensidad de la luz en ambientes interiores influye en una menor floración y mayor desarrollo de las hojas (Cruz y Cárdenas, 1997).

### **8.2.3 Cultivo de alcatraz en Villagrán.**

Basado en la literatura encontrada el alcatraz se propagará mediante bulbos que son plantados sobre la grava con una densidad de 20 por metro cuadrado en los tres niveles que conforman el humedal. Los bulbos son capaces de producir de

dos a tres flores (Soto, 2014). Al ser plantados dentro de este sistema, el riego es innecesario ya que la misma infraestructura les suministra agua diariamente y de esta manera se aprovechan las aguas residuales que más adelante y después de haber sido depurada por las plantas se utilizará para diversas actividades. Debido al clima templado seco que domina en la comunidad de Villagrán, la producción podría ser afectada. El alcatraz, comúnmente se produce en zonas templadas y tropicales, donde la luz del sol no es tan intensa como lo es en una zona árida. Para lidiar con este problema los tres niveles del humedal se cubrirán con malla sombra para proteger las plantas del sol directo y así evitar daños por quemaduras en las hojas. La temperatura y la altitud no serán un inconveniente ya que la zona donde se construyó el humedal, entra en el rango de cultivo de la especie.

## **8.3 Costos y beneficios de un humedal artificial**

### **8.3.1 Humedal artificial en Topilejo, Tlalpan**

En la localidad de Ocotla, ubicado en el Pueblo de San Miguel Topilejo dentro de la delegación Tlalpan del Distrito Federal se evaluó la construcción de un humedal artificial dentro de la lotificación de terrenos ejidales. La comunidad cuenta con aproximadamente 450 habitantes (PRIA, 2009) y carece de redes de agua potable, drenaje y alcantarillado. Al no existir una red de drenaje y alcantarillado, la mayoría de los habitantes utilizan fosas sépticas para descargar el agua residual.

Por lo anterior, para reducir el deterioro ambiental provocado por las descargas de agua residual se propuso la construcción de un humedal artificial para depurar el agua. El sustrato del humedal alberga una gran cantidad y diversidad de microorganismos que se desarrollan sobre las raíces de las plantas provocando la degradación de la materia orgánica, y de esta manera es posible que se cumplan con las normas mexicanas de descarga y reutilización del agua residual (Haro y Aponte, 2010).

Mediante estudios se concluyó que las dimensiones del humedal deben ser de Largo = 70.3 m ancho = 23.4 m y profundidad = 0.4 m.

Posteriormente se procedió a calcular el costo de la instalación del humedal artificial a través de la descripción del proceso: se excavan con máquina las dimensiones requeridas, se hace una plantilla apisonada a mano y se compacta con agua; siguiendo con la colocación de arena gruesa con tamaño máximo de grano de 2 mm, porosidad de 0.40 y conductividad hidráulica de 480 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, se instala una cisterna y finalmente se acarrea el material sobrante (DGICGAEM, 2008).

Cuadro 1. Costo estimado de construcción de un humedal artificial en Topilejo, Tlalpan

Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
Excavación con máquina para zanjas	m <sup>3</sup>	659.86	12.768	8,425.09
Plantilla apisonada con pisón de mano	m <sup>3</sup>	82.48	256.35	21,144.38
Suministro y colocación de arena	m <sup>3</sup>	329.93	127.25	41,984.28
Cisterna (20,000l)	pza.	1.00	50,000	50,000.00
Acarreo kilómetros subsecuentes	m <sup>3</sup> /km	659.86	5.943	3,921.54
Red de drenaje local	pza.	1	315,584.53	315,584.53
Terreno	m <sup>2</sup>	1500	420	630,000.00
			Suma	1,071,059.82
			IVA	171,369.57
			Total	1,242,429.39

Fuente: Elaboración propia con datos de DGICGAEM, 2008

En el cuadro 1 se muestra los costos en la construcción del humedal dando como resultado y según la DGICGAEM, 2008 una inversión total de \$1,242,429.39 siendo el terreno el concepto con mayor precio en la obra, seguido de la red de drenaje. Cabe destacar que la comunidad al no tener obras de drenaje, se procedería a invertir en esta instalación.

### **8.3.2 Humedal artificial en Tlapanaloya, Estado de México**

Este trabajo tuvo como objetivo proponer, mostrar y validar una alternativa basada en el uso y acondicionamiento de humedales artificiales, para resolver el problema de salud pública y contaminación ambiental que genera la descarga de aguas residuales. El campo de estudio y evaluación fue la cabecera municipal de Hueypoxtla, Estado de México cuyas aguas residuales vierten directamente el cauce del río Salado, el cual cruza por la comunidad de Tlapanaloya, municipio de Tesquisquiac, Estado de México.

Se construyó un tren de tratamiento que incluye: pretratamiento mediante un desarenador y sedimentador preliminar; tratamiento primario mediante un sistema modificado de tanque Imhoff y el tratamiento secundario utilizando seis celdas de humedales artificiales.

Para este caso solo se tomaron en cuenta los costos de construcción del tratamiento secundario (Cuadro 2).

Cuadro 2. Inversión total para la construcción del humedal artificial en la región de Tlapanolaya, Estado de México.

Concepto	Cantidad	Unidad	Costo unitario (\$)	Total (\$)
Grava	225 m3	m3	300	67,500.00
Cemento	50	Bulto	110	5,500.00
Tubos de PVC	150	m	17	2,550.00
Mano de obra	2	lotes		70,000.00
Movimientos de tierra	460	m3	45	20,500.00
Geomembrana	1,100	m2	80	88,000.00
Técnico para geomembrana	6	lote	400	2400
Instalación de geomembrana	1,100	m2	600	66,000.00
Costo total de la construcción del humedal				322,450.00

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto (Avelar, 2011).

En este sistema construido el tratamiento se efectuará mediante dos fases utilizando tres celdas o filtros para cada una de ellas. En las primeras tres celdas se pretende retener los sólidos de tamaño muy pequeño. Cuando el agua llega a la segunda fase, la mayoría de los sólidos en suspensión ya se habrán eliminado, pero los coliformes fecales y elementos como el nitrógeno y fósforo continúan presentes. Es en la segunda fase donde se logra la reducción de los contaminantes mencionados (Avelar 2011).

El costo total estimado en la construcción del tratamiento secundario fue de \$369,450.00, comparado con el humedal artificial anterior hay una diferencia total

de \$872,989.39. Cabe mencionar que en el proyecto de Topilejo, la compra del terreno y la construcción de la red de drenaje aumentarán de manera importante el capital invertido.

Existen varios aspectos de importancia que deben considerarse al momento de construir un humedal, éstos son la excavación, la nivelación, la impermeabilización de la capa subterránea del terreno, la selección y colocación del material granular, la vegetación y las estructuras de entrada y salida (Zambrano y Saltos, 2008).

En ambos casos también se puede notar la variación de los precios en cuanto a la maquinaria para obras de excavación siendo Topilejo, Tlalpan la más económica. La colocación de la geomembrana es otro aspecto que se debe tomar en cuenta para la impermeabilización de los filtros, en caso del humedal de Tlapanolaya para la instalación y compra de la geomembrana resulta una inversión fuerte (\$156,400.00) que corresponde casi a la mitad de la inversión inicial.

### **8.3.3 Beneficios económicos**

Los humedales artificiales desempeñan un papel importante en la descentralización de sistemas de tratamiento de aguas residuales, debido a sus características como sistemas "naturales" de fácil aplicación, con un óptimo costo, un uso eficaz y bajas exigencias operativas.

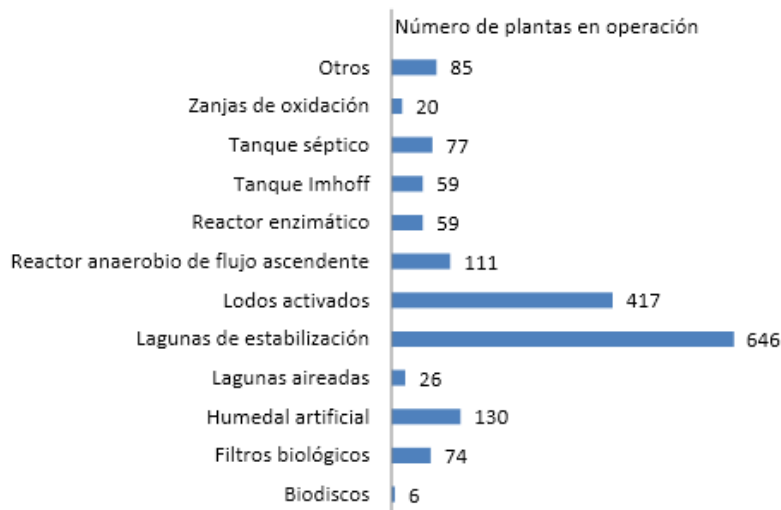
Los humedales artificiales son generalmente utilizados como parte de los procesos de tratamiento descentralizado de aguas residuales, industriales o grises. Se implementan principalmente como tratamiento secundario, es decir, los



efluentes siempre necesitan de un tratamiento primario, que debe ser de acuerdo a las características del afluente, antes de entrar en el lecho filtrante del HA (Hoffmann *et al.*, 2011).

Existen en nuestro país diversos métodos para el tratamiento de aguas residuales como se puede observar en el cuadro 3, destacando las lagunas de estabilización, lodos activados y humedales artificiales.

Cuadro 3. Principales métodos de tratamiento de agua residual en México.



Fuente: Elaboración propia con datos de la CONAGUA, 2008.

En cuanto a las lagunas de estabilización cuando el terreno es barato e impermeable, y no se requiere bombear el agua residual a grandes distancias o elevaciones, las lagunas de estabilización suponen costos de inversión bajos o moderados, con valores en México en torno a los 7 000- 8 000 USD/(L/s) para un caudal elevado (900 L/s). En plantas menores el costo aumenta, en torno a los 13 000 USD/(L/s), para un caudal de 100 L/s. Cuando el terreno es caro, poco apto

para la excavación, o permeable, los costos aumentan considerablemente. Los costos de operación de las lagunas de estabilización son en México bajos o muy bajos (en torno a los \$0,03-0,05 USD/m<sup>3</sup>), a no ser que se requiera bombear el agua residual desde una cierta distancia o desnivel (Escalas, 2006).

Este tratamiento se ha aplicado ampliamente en México por ser un proceso económico y de operación sencilla, que resiste bien las oscilaciones de carga y caudal. Las lagunas son adecuadas para cumplir con la mayor parte de los límites establecidos (Haro y Aponte, 2010).

Para el proceso de lodos activados, los costos de inversión en México, estimados por el autor a partir de plantas reales, son de 18 000-36 000 USD/(L/s), en función del gasto de diseño de la planta, mientras los costos de operación son de 0,07-0,22 USD/m<sup>3</sup> (Escalas, 2006).

El proceso de lodos activados se ha empleado frecuentemente en México para el tratamiento de medianos y grandes caudales en zonas urbanas o periurbanas con terreno escaso y/o caro, especialmente en aplicaciones de reutilización del agua en uso público urbano, ya que proporciona una calidad adecuada.

El proceso de lodos activados, se perfila entonces como un proceso apto en México para cumplir con los límites más estrictos de la NOM-001-SEMARNAT-1996 y la NOM003-SEMARNAT-1997, pero con considerables o elevados costos de inversión y operación (Haro y Aponte, 2010).

Cuadro 4. Comparación entre las tecnologías de tratamiento de aguas en México

Características		Lodos activados	Lagunas facultativas	Humedal
Superficie (m <sup>2</sup> /hab)		4 a 7	12 a 14	2.5 a 9
Costo de equipos		M	MP	MP
Salario del personal		M	P	P
Costo de construcción		M	P	MP
Costo de mantenimiento		M	P	P
Remoción (%)	DQO	50 – 85	50 – 85	55 – 80
	DBO	60 – 96	60 – 96	60 – 98
	SST	50 – 90	50 – 90	60 – 98
	N total	60 – 70	60 – 70	30 – 70
	P total	10 – 40	10 – 40	20 – 60
	Coliformes fecales	99 - 99.9	99 - 99.9	99 - 99.9

M=mucho, P=poco, MP= muy poco

Fuente Elaboración con información de Seoanez (1999)

De acuerdo con el análisis comparativo que se muestra en el cuadro 4, la eficiencia en la remoción de contaminantes es similar para los tres tratamientos; sin embargo, la mejor alternativa es el humedal, debido a que requiere de una menor superficie y los costos generales de equipo, construcción, operación y mantenimiento son menores.

Otro aspecto que vale la pena resaltar es que el humedal artificial utiliza la luz solar como fuente de energía para que los procesos de remoción cumplan con su ciclo y por lo tanto no generan un costo en el consumo de energía.

Los costos de operación y mantenimiento son bajos comparándolos con otros sistemas de tratamiento, ya que no requieren de infraestructura costosa ni de personal especializado.

Es importante mencionar que la construcción de un humedal artificial representa una fuente de empleo para la gente, ya que como se mencionó anteriormente no es necesario personal especializado para dicha actividad. Cabe señalar que este costo puede ser cubierto por los habitantes del asentamiento, a través de una cuota mensual de \$23 por lote.

Por otro lado se pueden generar beneficios económicos que originen ahorros y/o ingresos; como por ejemplo la posibilidad de reutilizar el agua para algunas actividades como evacuación sanitaria, riego, lavado de pisos y autos, las cuales representan el 47% del consumo de agua en el Distrito Federal (INEGI, 2005) y de esta manera disminuir la cantidad de agua potable suministrada (Haro y Aponte, 2010).

## **8.4 Rentabilidad**

### **8.4.1 Inversión total**

La inversión total inicial incluye a todos aquellos recursos que son necesarios para que el proyecto esté en condiciones de operar. Comprende la adquisición de los activos fijos, que son los recursos tangibles y no se consumen en un ciclo productivo (ejemplo: terrenos, equipos, maquinaria, etc.); los activos diferidos que son los recursos intangibles propiedad de la empresa (ejemplo: permiso, gastos preoperativos, contratos de servicio, etc.); y el capital de trabajo, el cual es la inversión adicional líquida que debe aportarse para que la empresa empiece a elaborar sus productos. De manera general hay que invertir capital antes de

obtener ingresos, generalmente los costos ocurren antes que los ingresos, se requiere mantener inventarios de materias primas, de productos en proceso y de productos terminadas (Cornejo, 2012).

Para el caso de la construcción del humedal en la comunidad de Villagrán, Ixmiquilpan, Hidalgo los costos de inversión fijos, variables y capital de trabajo se expresan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Inversión inicial del proyecto

CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO		PROGRAMA	SOCIOS	TOTAL
			UNITARIO	MONTOS			
<b>ACTIVO FIJO</b>							
Terreno	local	600	\$ 400.00	\$ 240,000.00			240,000.00
Acondicionamiento del terreno ( aplanado y excavación)	lote	1	\$ 21,000.00	\$ 21,000.00	\$ 21,000.00		21,000.00
Primer filtro		1	\$ 58,000.00	\$ 58,000.00	\$ 58,000.00		58,000.00
Segundo filtro		1	\$ 58,000.00	\$ 58,000.00	\$ 58,000.00		58,000.00
Tercer filtro		1	\$ 58,000.00	\$ 58,000.00	\$ 58,000.00		58,000.00
Camioneta	equipo	1	\$ 30,000.00	\$ 30,000.00			30,000.00
Juego de herramientas de jardinería	lote	2	\$1,236	\$ 2,472.00		\$ 2,472.00	2,472.00
Equipo de computo	equipo	1	\$7,000	\$ 7,000.00		\$ 7,000.00	7,000.00
Bulbos de plantas	lote	5760	\$ 25.00	\$ 144,000.00		\$144,000.00	144,000.00
Grava	m2	288	\$ 168.00	\$ 48,384.00		\$ 48,384.00	48,384.00
Malla sombra	lote	1	\$ 12,000.00	\$ 12,000.00		\$ 12,000.00	12,000.00
<b>ACTIVO DIFERIDO ( Constitución de la empresa)</b>							
Permisos		1	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00		\$ 2,000.00
Gastos notariales			\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00		\$ 1,000.00
Gastos administrativos			\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00		\$ 1,000.00
Registro del nombre			\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00		\$ 1,000.00
<b>CAPITAL DE TRABAJO</b>							
Capital de trabajo	presup	1	\$ 29,626.00	\$ 29,626.00		\$ 29,626.00	\$ 29,626.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 713,482.00</b>	<b>\$200,000.00</b>	<b>\$243,482.00</b>	<b>\$ 713,482.00</b>

El cuadro anterior muestra que el presupuesto inicial de inversión fue de \$713,482.00, mientras que el capital de trabajo necesario para la producción de alcatraz resultó de \$29,626.00.

## 8.4.2 Proyección mensual de egresos e ingresos.

Para los egresos mensuales se tomaron en cuenta los gastos que se originan en el proceso de producción de alcatraz. Según Haro y Aponte, 2010 el sueldo para un encargado del humedal es de 300 por día que al mes nos da como resultado \$7200.

Cuadro 6. Proyección mensual de egresos en la producción de alcatraz, datos elaborados con la información del proyecto.

	PROYECCION MENSUAL DE EGRESOS (\$)												total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Pago por derecho de agua	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	756.00
Sueldo del trabajador 300*día	7,200.00	7,200.00	7,200.00	7,200.00	7,200.00	7,200.00	7,200.00	7,200.00	7,200.00	7,200.00	7,200.00	7,200.00	7,200.00	86,400.00
Gasolina 150 * día	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00	36,000.00
Mantenimiento de los filtros	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	1,800.00
Internet	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	3,600.00
Energía eléctrica	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1,200.00
Sueldo del vendedor 200 * día	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	4,000.00	48,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>14,813.00</b>	<b>14,813.00</b>	<b>14,813.00</b>	<b>14,813.00</b>	<b>14,813.00</b>	<b>14,813.00</b>	<b>14,813.00</b>	<b>14,813.00</b>	<b>14,813.00</b>	<b>14,813.00</b>	<b>14,813.00</b>	<b>14,813.00</b>	<b>14,813.00</b>	177,756.00
Saldo Mensual	-	14,813.00 -	14,813.00	45,667.00	45,667.00	45,667.00	45,667.00	45,667.00	45,667.00	45,667.00	45,667.00	45,667.00	45,667.00	427,044.00
Saldo acumulado	-	14,813.00 -	29,626.00	16,041.00	61,708.00	107,375.00	153,042.00	198,709.00	244,376.00	290,043.00	335,710.00	381,377.00	427,044.00	

El cuadro 6 muestra que el egreso mensualmente sería de \$14,813.00. Para un periodo de un año los egresos se proyectarían a \$177,756.00, mientras que el saldo mensual neto anual sería de \$427,044.00. El saldo mensual es la diferencia entre el total de ingresos mensuales y el total de egresos mensuales.

Una vez determinados los costos en que se incurrirá la producción de alcatraz, se calculó el ingreso que tendrá el proyecto, en términos de la planeación de la producción y de las ventas ideales; para ello se calcula multiplicando el precio de cada unidad vendida \$3.5/flor, por la cantidad de unidades vendidas, para obtener un ingreso mensual de \$60,480.00. Al año se obtendría una ganancia de \$604,800 sin tomar en cuenta egresos (cuadro 7).

Cuadro 7. Proyección mensual de ingresos

concepto/mes	1	2	3	4	5	6	7
Produccion total de flores/mes			17,280.00	17,280.00	17,280.00	17,280.00	17,280.00
Precio por flor			3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
ingreso por venta de flor			60,480.00	60,480.00	60,480.00	60,480.00	60,480.00
Total de ingresos	-	-	60,480.00	60,480.00	60,480.00	60,480.00	60,480.00

8	9	10	11	12	Total
17,280.00	17,280.00	17,280.00	17,280.00	17,280.00	172,800.00
3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	
60,480.00	60,480.00	60,480.00	60,480.00	60,480.00	604,800.00
60,480.00	60,480.00	60,480.00	60,480.00	60,480.00	604,800.00

### 8.4.3 Proyección de ingresos y egresos de operación

La proyección de ingresos y egresos registra las ventas y los costos de producción anuales de la empresa (FIRA, 1993). Esta proyección se realizó para cinco años. En el cuadro 8 se puede observar el total de gastos requeridos para los siguientes cinco años.

Cuadro 8. Proyección de costos

COSTOS DEL PROYECTO	COSTOS	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO
CONCEPTO	MENSUALES	1	2	3	4	5
Pago por derecho de agua	\$ 63.00	\$ 756.00	\$ 756.00	\$ 756.00	\$ 756.00	\$ 756.00
Sueldo del trabajador	\$ 7,200.00	\$ 86,400.00	\$ 86,400.00	\$ 86,400.00	\$ 86,400.00	\$ 86,400.00
Mantenimiento de los filtros	\$ 150.00	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00
Pago por luz	\$ 100.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
Internet	\$ 300.00	\$ 3,600.00	\$ 3,780.00	\$ 3,969.00	\$ 4,167.45	\$ 4,375.82
Gasolina	\$ 3,000.00	\$ 36,000.00	\$ 37,800.00	\$ 39,690.00	\$ 41,674.50	\$ 43,758.23
Sueldo del vendedor	\$ 4,000.00	\$ 48,000.00	\$ 48,000.00	\$ 48,000.00	\$ 48,000.00	\$ 48,000.00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 177,756.00</b>	<b>\$ 179,736.00</b>	<b>\$ 181,815.00</b>	<b>\$ 183,997.95</b>	<b>\$ 186,290.05</b>

Los ingresos para los próximos cinco años tendrán un aumento de producción de cinco por ciento a partir del primer año (cuadro 9).

Cuadro 9. Proyección de ingresos

CONCEPTO	VENTAS CICLO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Producción de flor	\$ 604,800.00	\$604,800.00	\$635,040.00	\$ 666,792.00	\$700,131.60	\$735,138.18
<b>TOTAL</b>		\$604,801.00	\$635,042.00	\$666,795.00	\$700,135.60	\$735,143.18

#### 8.4.4 Costos totales

Los costos totales corresponden al conjunto de costos que se originan en todo proceso de producción; es la suma de los costos fijos y variables. Los costos fijos son los que, independientemente del nivel de producción y del plazo, permanecen invariables. Estos se mantienen constantes a los largo de varios ejercicios, siempre y cuando no se modifique la estructura de la empresa. Los costos variables son los que varían a corto plazo (Cornejo, 2012).

Los costos totales de igual manera se proyectaron a cinco años (cuadro 10).

Cuadro 10. Costos totales en producción de alcatraz

COSTOS FIJOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Pago de derecho de agua	\$ 756.00	\$ 756.00	\$ 756.00	\$ 756.00	\$ 756.00
Sueldo del vendedor	\$ 48,000.00	\$ 48,000.00	\$ 48,000.00	\$ 48,000.00	\$ 48,000.00
Mantenimiento de filtros	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00
Sueldo del trabajador	\$ 86,400.00	\$ 86,400.00	\$ 86,400.00	\$ 86,400.00	\$ 86,400.00
Pago por luz	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$138,156.00</b>	<b>\$ 138,156.00</b>	<b>\$ 138,156.00</b>	<b>\$ 138,156.00</b>	<b>\$138,156.00</b>
COSTOS VARIABLES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Internet	\$ 3,600.00	\$ 3,780.00	\$ 3,969.00	\$ 4,167.45	\$ 4,375.82
Gasolina	\$ 36,000.00	\$ 37,800.00	\$ 39,690.00	\$ 41,674.50	\$ 43,758.23
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 39,600.00</b>	<b>\$ 41,580.00</b>	<b>\$ 43,659.00</b>	<b>\$ 45,841.95</b>	<b>\$ 48,134.05</b>



	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>COSTOS FIJOS</b>	\$ 138,156.00	\$ 138,156.00	\$ 138,156.00	\$ 138,156.00	\$ 138,156.00
<b>COSTOS VARIABLES</b>	\$ 39,600.00	\$ 41,580.00	\$ 43,659.00	\$ 45,841.95	\$ 48,134.05
<b>COSTOS TOTALES</b>	<b>\$ 177,756.00</b>	<b>\$ 179,736.00</b>	<b>\$ 181,815.00</b>	<b>\$ 183,997.95</b>	<b>\$ 186,290.05</b>

### 8.4.5 Depreciación

La mayoría de los activos tienen una vida limitada, es decir ellos serán de utilidad para la empresa por un número limitado de periodos contables en el futuro. Lo anterior significa que el costo de un activo deberá ser distribuido adecuadamente en los periodos contables en los que el activo será utilizado por la empresa. El proceso contable para esta conversión gradual de activo fijo en gastos es llamado depreciación (Coss, 1985).

El método de depreciación que se utilizó en este estudio fue el de línea recta (cuadro 11); también recibe el nombre de método lineal o constante, admite que la depreciación es una función constante del tiempo y que las causas que la provocan tienen efectos continuos y homogéneos (Cornejo, 2012). El cálculo que se efectuó fue el siguiente: valor a depreciar/ vida útil estimada.

Cuadro 11. Depreciación de los activos fijos del proyecto.

ACTIVO FIJO	VALOR ORIGINAL	TASA	AÑOS	DEP ANUAL	VALOR RESCATE
Acondicionamiento del terreno ( aplanado y excavación)	\$ 21,000.00	15%	10.00	\$ 2,100.00	\$ 18,900.00
Primer filtro	\$ 58,000.00	16%	5.00	\$ 11,600.00	\$ 46,400.00
Segundo filtro	\$ 58,000.00	10%	5.00	\$ 11,600.00	\$ 46,400.00
Tercer filtro	\$ 58,000.00	10%	5.00	\$ 11,600.00	\$ 46,400.00
Terreno	\$ 240,000.00	10%	10.00	\$ 24,000.00	\$ 216,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 435,000.00</b>			<b>\$ 60,900.00</b>	<b>\$ 374,100.00</b>

### 8.4.6 Flujo de efectivo

La información de este punto refleja todos los movimientos de efectivo de la empresa, los que determinan las necesidades reales de financiamiento de capital de trabajo, de acuerdo a las disponibilidades reales de efectivo de la empresa en un periodo de tiempo dado, generalmente un ciclo. En este apartado se reporta los ingresos y egresos, la utilidad o pérdida de efectivo, las inversiones tanto capital de trabajo como las inversiones en activos fijos que se realizaron durante el periodo de estudio (Cornejo, 2012).

Cuadro 12. Flujo de efectivo en cinco años.

CONCEPTOS / AÑO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
( + ) VENTAS	\$ -	\$604,801.00	\$ 635,042.00	\$ 666,795.00	\$ 700,135.60	\$ 735,143.18
( + ) VALOR DE RESCATE	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 374,100.00
( = ) INGRESOS TOTALES	\$ -	\$604,801.00	\$ 635,042.00	\$ 666,795.00	\$ 700,135.60	\$ 1,109,243.18
COSTOS FIJOS	\$ -	\$ 138,156.00	\$ 138,156.00	\$ 138,156.00	\$ 138,156.00	\$ 138,156.00
COSTOS VARIABLES	\$ -	\$ 39,600.00	\$ 41,580.00	\$ 43,659.00	\$ 45,841.95	\$ 48,134.05
( = ) COSTOS TOTALES	\$ -	\$ 177,756.00	\$ 179,736.00	\$ 181,815.00	\$ 183,997.95	\$ 186,290.05
COMPRA ACTIVO FIJO	\$ 678,856.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
COMPRA ACTIVO DIFERIDO	\$ 5,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
COMPRA CAPITAL DE TRABAJO	\$ 29,626.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
( = ) SALDO FINAL	-\$ 713,482.00	\$ 427,045.00	\$ 455,306.00	\$ 484,980.00	\$ 516,137.65	\$ 922,953.13

Se puede observar que durante los primeros cinco años se obtienen ganancias de más de \$400,000.00, restando los costos fijos variables y recuperando la inversión para el segundo año de producción.

### 8.4.7 Punto de equilibrio

El análisis del punto de equilibrio es un método de planeación financiera, que tiene por objeto, proyectar el nivel de ventas netas que necesita una empresa, para no perder no ganar, en una economía con estabilidad de precios, para tomar decisiones y alcanzar objetivos (Perdomo, 2001; Muñante, 2002).

El monto de los ingresos necesarios para lograr el punto de equilibrio asciende a \$147,835.70 por año y una venta promedio durante los cinco años de 38,402.90 flores en los 288 metros cuadrados a \$3.5.00 por unidad. (Cuadro 13).

Cuadro 13. Punto de equilibrio en producción de alcatraz.

CONCEPTOS / AÑO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>VENTAS</b>	\$604,801.00	\$ 635,042.00	\$ 666,795.00	\$ 700,135.60	\$ 735,143.18
<b>COSTOS FIJOS</b>	\$ 138,156.00	\$ 138,156.00	\$ 138,156.00	\$ 138,156.00	\$ 138,156.00
<b>COSTOS VARIABLES</b>	\$ 39,600.00	\$ 41,580.00	\$ 43,659.00	\$ 45,841.95	\$ 48,134.05
<b>COSTOS TOTALES</b>	\$ 177,756.00	\$ 179,736.00	\$ 181,815.00	\$ 183,997.95	\$ 186,290.05
<b>PUNTO DE EQUILIBRIO \$</b>	\$ 147,835.70	\$ 147,835.69	\$ 147,835.67	\$ 147,835.66	\$ 147,835.65
<b>PUNTO DE EQUILIBRIO Unidades</b>	\$ 42,238.70	\$ 40,227.27	\$ 38,311.63	\$ 36,487.22	\$ 34,749.69

### 8.4.8 Valor actual neto

El valor actual neto (VAN) Consiste en actualizar a valor presente los flujos de caja futuros que va a generar el proyecto, descontados a un cierto tipo de interés ("la tasa de descuento"), y compararlos con el importe inicial de la inversión. Como tasa de descuento se utiliza normalmente el costo de oportunidad del capital de la empresa que hace la inversión.

Para evaluar un proyecto de inversión desde el punto de vista económico, el criterio de decisión del VAN es que debe ser: Si  $VAN > 0$ : El proyecto es rentable; Si  $VAN = 0$ : El proyecto es postergado; Si  $VAN < 0$ : El proyecto no es rentable. En términos generales, el VAN representa la ganancia adicional actualizada que genera el proyecto por encima de la tasa de descuento (Muñante, 2002).

#### **8.4.9. Tasa interna de retorno (TIR)**

La TIR económica de un proyecto es la tasa de actualización que hace que el valor actualizado de la corriente de beneficios se iguale al valor actualizado de la corriente de costos, es decir, se efectúan tanteos con diferentes tasas de descuento consecutivas hasta que el VAN sea cercano o igual a cero y obtengamos un VAN positivo y uno negativo.

Para evaluar un proyecto de inversión desde el punto de vista económico, el criterio de decisión del TIR es que debe ser: Si  $TIR > \text{tasa de descuento } (r)$ : El proyecto es aceptable; Si  $TIR = r$ : El proyecto es postergado; Si  $TIR < \text{tasa de descuento } (r)$ : El proyecto no es aceptable. La TIR expresa la tasa de interés real máxima que podría pagar un proyecto por los recursos monetarios utilizados, una vez recuperados los costos de inversión y operación. El criterio formal de selección a través de este indicador es aceptar todos los proyectos independientes cuya TIR sea igual o mayor que la tasa de actualización seleccionada (Muñante, 2002).

#### **8.4.10 Relación beneficio costo**

También llamado "índice de rendimiento". En un método de evaluación de proyectos, que se basa en el del "valor presente", y que consiste en dividir el valor presente de los ingresos entre el valor presente de los egresos.

Para que un proyecto sea atractivo, la relación beneficio costo debe ser mayor a uno (Maser, 1999). Si es inferior que 1 no se acepta, ya que significa que la rentabilidad del proyecto es inferior al costo del capital. El valor de la Relación Beneficio/Costo cambiará según la tasa de actualización seleccionada, o sea, que cuanto más elevada sea dicha tasa, menor será la relación en el índice resultante.

Para evaluar un proyecto de inversión desde el punto de vista económico, el criterio de decisión del B/C es que debe ser: Si  $B/C > 1$ : El proyecto es aceptable; Si  $B/C =$  ó cercano a 1: El proyecto es postergado; Si  $B/C < 1$ : El proyecto no es aceptable. De acuerdo con el criterio formal de selección de los proyectos de inversión basados en este indicador, se aceptará el proyecto o se catalogará como rentable si la B/C es mayor que uno (Muñante, 2002).

#### **8.4.11 Cálculos indicativos**

El cuadro 14 muestra el cálculo de los indicadores mientras que el cuadro 15 los valores obtenidos a través de una corrida financiera en Excel. Su interpretación según Muñante (2002) es la siguiente:

$VAN = 1,341,009.57$ , quiere decir que durante la vida útil del proyecto a una tasa de actualización del 10 % se va a obtener una utilidad neta de \$1,341,009.57,

pesos. De acuerdo con el criterio formal de selección y evaluación a través de este indicador, el proyecto se determina como muy rentable.

TIR = 61.55, significa que durante la vida útil del proyecto, se recuperará la inversión y se obtendrá una rentabilidad del 61.55 %. También este indicador refleja la tasa de interés máxima que el proyecto puede soportar para ser viable. Por ser la TIR mayor que la tasa de actualización seleccionada, se concluye que se debe continuar con el proyecto.

B/C =1.96, expresa que durante la vida útil del proyecto, a una tasa de actualización del 10%, por cada peso invertido se obtendrá 0.96 pesos de beneficio. Como la relación es mayor que 1, cumple con el criterio de selección y evaluación, indicando que el proyecto es viable y rentable.

Cuadro 14. Calculo de VAN, B/C y TIR.

AÑO	INGRESOS	COSTOS	FLUJO DE EFECTIVO	TASA (1+t)-n	INGRESOS ACTUALIZADOS	EGRESOS ACTUALIZADOS
AÑO 0	\$ -	\$ 713,482.00	-\$ 713,482.00	1.00000	\$ -	\$ 713,482.00
AÑO 1	\$ 604,801.00	\$ 177,756.00	\$ 427,045.00	0.90909	\$ 549,819.09	\$ 161,596.36
AÑO 2	\$ 635,042.00	\$ 179,736.00	\$ 455,306.00	0.82645	\$ 524,828.10	\$ 148,542.15
AÑO 3	\$ 666,795.00	\$ 181,815.00	\$ 484,980.00	0.75131	\$ 500,972.95	\$ 136,600.30
AÑO 4	\$ 700,135.60	\$ 183,997.95	\$ 516,137.65	0.68301	\$ 478,202.04	\$ 125,673.08
AÑO 5	\$ 1,109,243.18	\$ 186,290.05	\$ 922,953.13	0.62092	\$ 688,752.74	\$ 115,671.46
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 3,716,016.78</b>	<b>\$ 1,623,077.00</b>	<b>\$4,226,141.24</b>		<b>\$ 2,742,574.92</b>	<b>\$ 1,401,565.35</b>

Cuadro 15. Indicadores económicos obtenidos a través del programa Excel

VAN	\$ 1,341,009.57
TIR	61.55%
B/C	1.96

## 9. Conclusiones

Existen diversos tipos de humedales para el tratamiento de aguas residuales, sin embargo se decidió construir un humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal para evitar riesgos biológicos y químicos que estos pueden provocar, como son los malos olores y plaga de mosquitos.

Las condiciones en las que se va a producir el alcatraz son las idóneas de acuerdo a la literatura, al ser una planta que reside en zonas con abundante agua no presentará problemas al ser cultivada dentro de un humedal artificial. El único problema yace en que es una planta que necesita protección de la radiación directa del sol, para la resolución de este inconveniente se requirió el uso de una malla sombra.

Los costos para la construcción humedal dependen de los siguientes aspectos: terreno y la impermeabilización de la capa subterránea del terreno. En los ejemplos que se dieron a conocer en este trabajo la compra del terreno demanda una inversión importante, al igual que la capa de impermeabilización.

El humedal que se construiría en Topilejo Tlalpan requiere una inversión de más de un millón de pesos comparado con el que se llevó a cabo en Tlapanaloya, Estado de México, hay una diferencia de más de medio millón de pesos.

Existen diversos métodos para el tratamiento de aguas residuales entre los que destacan lodos activados, lagunas de estabilización y humedales artificiales. El método de lodos activados presenta precios muy altos en cuanto costo de operación, construcción y mantenimiento comparado con los humedales artificiales

y las lagunas estabilizadoras. Sin embargo los humedales artificiales destacan por necesitar una menor superficie y los costos generales de equipo, construcción, operación y mantenimiento son menores sin olvidar que el porcentaje de remoción de contaminantes es mayor.

Al necesitar solo la energía solar no se necesita un egreso por consumo energía para el funcionamiento del humedal. Por otro lado se pueden generar beneficios económicos que originen ahorros y/o ingresos.

La producción de alcatraz en un humedal artificial en la comunidad de Villagrán, Ixmiquilpan, Hidalgo proporcionaría beneficios económicos suficientes (\$45,667.00 por mes) para cubrir las necesidades básicas para los involucrados a través del aprovechamiento de las aguas residuales.

Con los resultados del punto de equilibrio se puede concluir que los ingresos que se requieren ascienden a \$147,835.70 por año.

Los indicadores de rentabilidad  $TIR = 61.55\%$ ,  $VAN = \$1,341,009.57$ ,  $B/C = 1.96$  indicaron que el proyecto es muy rentable y que se debe continuar con el mismo, además de que se recuperaría la inversión inicial en dos años aproximadamente.



## 10. Referencias bibliográficas

Aguirre, P. (2004), Mecanismos de eliminación de la materia orgánica y de los nutrientes en humedales construidos de flujo subsuperficial. En: García J, Morató J, Bayona J (eds). (2004), Nuevos criterios para el diseño y operación de humedales construidos. Barcelona: CPET, pp 17-30.

Albores, G.M.L. 2000. Lombricompostas usadas como sustrato y abono orgánico en tres variedades de alcatraz (*Zantedeschia* spp.). Tesis. Ing. Agrónomo Especialista en Zonas Tropicales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.

Altuve, José Germán. 2004. El uso del valor actual neto y la tasa interna de retorno para la valoración de las decisiones de inversión. *Actualidad Contable FACES* Año 7 N° 9, Julio-Diciembre 2004. Mérida. Venezuela. (7-17).

Andía, W. (2011). Indicador de Rentabilidad de Proyectos: el Valor Actual Neto (VAN) o el Valor Económico Agregado (EVA). *Revista Industrial Data* 14:15-18.

Arias C. y Brix H. (2003). Humedales Artificiales para el Tratamiento de Aguas Residuales. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina* 13:17-24.

Avelar, R. U. (2011). Tratamiento de aguas residuales con humedales artificiales en Tlapanolaya, municipio de Tesquiquiac, Estado de México. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México, México.

Bécares, E. (2004), Función de la vegetación y procesos de diseño de humedales construidos de flujo subsuperficial horizontal y flujo superficial. En: García J, Morató J, Bayona J (eds). Nuevos criterios para el diseño y operación de humedales construidos. Barcelona: CPET, pp 51-62.

Belmont, M.A, Metcalfe, C.D. 2002. Contaminación del agua en la cuenca del río Texcoco. In: Proceedings of the International Conference: IMBAKUCHA 2002. The First Intercultural Conference on the Integrate Management of Human Settlements within Watersheds, May 28-31, Otavalo, Ecuador.

Belmont, M.A, Cantellano, E, Thompson, S, Williamson, M, Sánchez, A, Metcalfe, M.A. 2004. Treatment of domestic wastewater in a pilot-scale natural treatment system in central México. *Ecological Engineering* 23 (2004) 299-311.

Bohórquez, B. A. (2009). Producción de plantas macrófitas: Alternativa para la depuración en humedales artificiales. *INGE@UAN* 1:1.

Calvo, M. (1999). Aguas Residuales: Tratamiento por Humedales Construidos. Fundamentos Científicos, Tecnologías, Diseño. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.

Castro, L. (2010). Humedales: una alternativa para tratar el agua residual. *Ciencia Compartida*, 2, 9-14. Recuperado el 13 de julio de 2015, de <http://cienciacompartida.mx/assets/humedales-r2.pdf>

Consejo Estatal de Ecología. CONAGUA. 2008 *Estadísticas del Agua en México 2008, formato digital* 1ª edición, México, Comisión Nacional del Agua, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Hidráulicos.

Cornejo, M.A. 2012. Evaluación de un proyecto de inversión de una micro empresa productora de crisantemo. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Edo de México, México.

Coss BU.R. 2004. Análisis y evaluación de proyectos de inversión. Editorial Limusa, México. 273 p.

Cruz, C.J. y A. M. Cárdenas. 1997. El alcatraz (*Zantedeschia* sp.) un cultivo nuevo para el trópico de Veracruz, México. Proc. Interamer. Society. Tropical. Horticultural. 41:84-87.

Cruz, L.N. (2013). Evaluación de la calidad del agua en un humedal construido de flujo subsuperficial en el municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo. Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Distrito Federal, México.

Coss, B.U.R. 2004. Análisis y evaluación de proyectos de inversión. Editorial Limusa, México. 273 p.

De la Orta, A. y Muñoz, L. (2011). Evaluación de la Fenología y la Calidad del Agua Residual generada en el CBTA. No, 176 del Municipio de Apaxtla de Castrejón Guerrero tratada en un humedal construido de flujo subsuperficial. Informe de Servicio Social UNAM. FES Zaragoza. Pp. 40.

De Pascale, S.; Paradiso, R. 2006. Influencia del régimen térmico y del GA3 sobre *Zantedeschia aethiopica* L. 3er Congreso Argentino de Floricultura. Libro de resúmenes. La Plata, Argentina. pp. 21-24

DGIGCAEM, Tabulador 2008, Dirección General de Inversión y Gestión de la Comisión del Agua del Estado de México, octubre de 2009, en línea, <http://sistemas.edomex.gob.mx/srvc/srvc?forma=tram&idClave=2890>.

Delgadillo O., Camacho A., Pérez L., Andrade M. (2010). Depuración de Aguas Residuales por Medio de Humedales Artificiales. Bolivia: Serie Técnica.

Dennis, D. J.; Doreen, J.; Ohteki, T. 1994. Effect of gibberellic acid „quick-dip“ and storage on the yield and quality of blooms from hybrid *Zantedeschia* tubers. *Scientia Horticulturae* 57:133-142.

Escalas Cañellas Antoni. 2006. Tecnologías y usos de las aguas residuales en México, Chile, Universidad de Concepción.

Esponda A. (2001). Arranque de un sistema experimental de flujo vertical a escala piloto de tipo humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. UNAM.

Figuroa, J.A. (2002). Evaluación de *Zantedeschia aethiopica* como planta emergente en pantanos de flujo horizontal de subsuperficie para el tratamiento de aguas residuales. Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Chiapas.

FIRA, 1993. Evaluación económica de proyectos de inversión. Boletín Informativo, Núm. 253. Volumen XXVI.

García-López, F. (2010). Efecto de la cepa bacteriana CAE-01 y fumigación al suelo sobre pudrición blanda en el cultivo de alcatraz en La perla, Veracruz. Tesis de Maestría. Departamento de Fitotecnia. Instituto de Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo.

Guerra, G. (2002). *El agronegocio y la empresa agropecuaria frente al siglo XXI*. San José, Costa Rica: Editorial Agroamérica.

Haro, M y Aponte, N. 2010. Evaluación de un humedal artificial como tratamiento de agua residual en un asentamiento irregular. Tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México Distrito Federal, México.

Hernández-Hernández, E. (2013). Guía básica del cultivo de alcatraz (*Zantedeschia sp.*) y nociones para su propagación. Trabajo de experiencia profesional: Ingeniero agrónomo. Universidad Veracruzana. Facultad de Agronomía. México.

Hoffman, H. Platzer., C. Winker., M. 2011. Revisión Técnica de Humedales Artificiales de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas grises y aguas domésticas. Agencia de Cooperación Internacional de Alemania, GIZ Programa de Saneamiento Sostenible ECOSAN.

INEGI. 2005. *Prontuario de información geográfica delegacional de Tlalpan*, México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Kadlec, R., Wallace, S. (2009), *Treatment Wetlands*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, pp 1016.

Konnerup, D., Koottatep, T., Brix, H. (2009), *Treatment of domestic wastewater in tropical, subsurface flow constructed wetlands planted with Canna and Heliconia*. *Ecological Engineering* 35: 248–257.

Llagas W. y Gómez E. (2006). Diseño de Humedales Artificiales para el Tratamiento de Aguas Residuales en la UNMSM. Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG 17. 85-96.

Ludevid, M. (1994). *Como crear su propia empresa, factores clave de gestión*. Barcelona, España: Editorial Marcombo.

Masera, O. y Astier, M. (1999). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de la evaluación MESMES. México: Mundi-Prensa.

Morató J., Subirana A., Gris A., Carneiro A., Pastor R. (2006). Tecnologías Sostenibles para la Potabilización y el Tratamiento de Aguas Residuales. Revista Lasallista de Investigación 01. 19-29.

Muñante D.D. 2002. Manual de formulación y evaluación de proyectos. UACH, Mex.

Ortiz, A.J.M. 2013. Aislamiento e identificación de especies bacterianas causantes de la pudrición blanda en alcatraz (*Zantedeschia aethiopica* (L) K. Spreng) fertilizados con solución de nitratos y fosfatos. Tesis Licenciatura. Facultad de Agronomía, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 49 p.

Perdomo, A. Métodos y Modelos Básicos de Planeación Financiera. Editorial PEMA, México 2001.

PRIA, Programa de reducción de impacto ambiental, Ocotla, Informe final, México, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, 2009.

Ramírez, E., Robles E., Sainz M., Ayala R. Campoy, E. (2009). Calidad microbiológica del acuífero de Zacatepec, Morelos, México. Revista Internacional

de Contaminación Ambiental. 25(4):255-274 Universidad Nacional Autónoma de México.

Sacoto, G. (2010), Respuesta fitotécnica de tres variedades de *Zantedeschia aethiopica* L. Spreng, a la aplicación de ácido giberélico y fertilización orgánica, en el Quinche, Provincia de Pichincha. Tesis Ingeniería Agronómica, Universidad Estatal de Bolívar, Venezuela, pp 144.

Seba, E.L. 2013. Evaluación de un sistema lagunar in situ a escala piloto para el tratamiento de aguas residuales lácteas del municipio de Miahuatlán, Veracruz. Tesis para experiencia recepcional. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Veracruzana.

SEFIPLAN. (2011). Cuadernillos Municipales, Orizaba. Sistema de Información Municipal. Gobierno del Estado de Veracruz.

Seoanez Calvo, Mariano, Aguas residuales urbanas: tratamientos naturales de bajo costo y aprovechamiento, Madrid, Ediciones Mundi-Prensa, 1999b.

Soto, G. 2014. Análisis de la cadena de valor de los cartuchos (*Zantedeschia aethiopica*) en cuatro departamentos de Guatemala. Tesis de licenciatura. Guatemala: Facultad De Ciencias Ambientales Y Agrícolas. Universidad Rafael Landívar.

Stottmeister U., Wiebner, A., Kusch, P., Kappelmeyer, U., Küstner, M., Bederski, O., Müller, R., Moormann, h. (2003), Effects of plants and microorganisms in constructed wetlands for wastewater treatment. *Biotechnology Advances* 22:93-17.

Torres J. (2005). Eficiencia de Remoción de Materia Orgánica, Nutrientes y Bacterias en un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales por Medio de Humedales Artificiales. Tesis de Licenciatura. México: UNAM-FES Iztacala.

Vibrans, H. (2009). Malezas de México. Consultado el, 27 de julio del 2015 en [www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/araceae/zantedeschiaaethiopica/fichas/ficha.htm#1](http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/araceae/zantedeschiaaethiopica/fichas/ficha.htm#1).

Vymazal, J. (2011), Plants used in constructed wetlands with horizontal subsurface flow: a review. *Hydrobiologia* 674:133156

Wolverton, B. C. 1990. Aquatic plant/microbial filters for treating septic tank effluent. In: Hammer, D.A (Ed), *Constructed Wetlands for wastewater treatment* Lewis Publishers, NY.

Zambrano Pérez, Colombo Xavier y Saltos Arteaga, Xavier Enrique, Diseño del sistema de tratamiento para la depuración de las aguas residuales domésticas de la población San Eloy en la provincia de Manabí por medio de un sistema de tratamiento natural compuesto por un humedal artificial de flujo libre, Ecuador Tesis de Ingeniería Civil, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2008.

Zurita, F. De Anda, J., Belmont, M. (2009), Treatment of domestic wastewater and production of commercial flowers in vertical and horizontal subsurface-flow constructed wetlands. *Ecological Engineering* 35:861–869.



