

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN AGROPECUARIA**



Análisis de las variables que determinan la producción de vainilla (*Vanilla spp.*)  
en la región de Totonacapan, Veracruz

Por:

**RUBÍ DEYSI MAZARIEGOS LÓPEZ**

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para**

**Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ADMINISTRADOR**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Febrero 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN AGROPECUARIA

Análisis de las variables que determinan la producción de vainilla (*Vanilla spp.*)  
en la región de Totonacapan, Veracruz

POR:

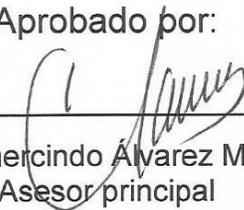
**RUBÍ DEYSI MAZARIEGOS LÓPEZ**

**TESIS**

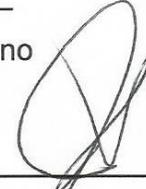
Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito para  
obtener el título de:

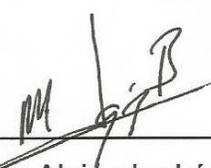
**INGENIERO AGRÓNOMO ADMINISTRADOR**

Aprobado por:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Gumercindo Álvarez Moreno  
Asesor principal

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Heriberto Ríos Tapia  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Juan David Sánchez Chaparro  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Lorenzo Alejandro López Barbosa

Coordinador Interino de la División de Ciencias Socioeconómicas

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2015

## AGRADECIMIENTO

### *A Dios*

Primeramente a Dios por la vida, la fe y la salud que me ha dado hasta el día de hoy, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi caminar, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad por colmarme de bendiciones, por haberme permitido que cumpla mi sueño de realizarme profesionalmente.

### *A mi padre*

*Elias Josué Maxariegos Morales* por el valor y el coraje que ha tenido para levantarse ante cualquier adversidad, por la enseñanza, consejos que me has dado, el esfuerzo y sacrificio que hizo para que yo este culminando esta etapa de mi vida, por eso y muchas cosas más.

### *A mi madre*

*Amalia López Pérez* por ser mi amiga y compañera que me ayuda a crecer, por la paciencia que has tenido para enseñarme por el amor, su confianza y el apoyo incondicional que siempre me ha dado, por tener siempre la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos, por haberme formado como una mujer de bien, y por ser la mujer que me dio la vida y me enseñó a vivirla, estar en los momentos difíciles de mi vida tales como la felicidad, la tristeza siempre estuviste junto a mí, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

### *A mi preciosa hija*

*Daphne Yanine*. Gracias por ser la causa que me motivó a seguir adelante, por quien cada día tiene sentido mi vida, por ser la luz que ha iluminado mi vida y hacer mi camino más claro e ir en busca de un mejor futuro a ti mi esperanza, mi alegría, mi vida y la culminación de este logro, te amo hija.

### ***A mis hermanas***

*Neli, Magali y Tania Maydeli*, por sus entusiasmos, por su cariño incondicional por sus consejos que me han ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

### ***A mis sobrinos***

*Elias Abel y Magali Jireth*, quienes adoro y llenan mi vida de alegría me siento muy afortunada de tenerlos conmigo.

### ***A mis abuelos***

Por su apoyo incondicional, especialmente a mi abuelita Federica por preocuparse siempre por mí, le doy gracias a Dios por tenerlos conmigo.

### ***A mis tíos***

Agradezco especialmente a mis tíos al *Sr. Amílcar* y al *Lic. Miqueas* quienes con su ayuda, cariño y comprensión han sido parte fundamental de este logro en mi vida, personas a quien le debo mi confianza y la fortaleza que tengo para seguir adelante a pesar de las adversidades y a todos mis tíos y tías, la familia es extensa no podre mencionarlos a todos, les agradezco por todo sus consejos que me ayudaron a salir adelante.

### ***A mi amiga***

*Miria Elida Salas Facarias* gracias por tu apoyo desde el inicio de mi carrera, por haber estado en las buenas y en las malas, por ser como mi hermana, por todos tus consejos, porque siempre estuviste y estarás para mí, gracias amiga te quiero mucho.

### ***A mi amigo***

El *Ing. José Oswaldo Aguilar Ramtrex*, gracias por apoyarme en las buenas y en las malas, por tu apoyo incondicional eres una gran persona y un gran amigo, te recordare por los buenos momentos amigo.

### ***A mis amigas***

*Carmelita* gracias por tu amistad y haber pasado momentos muy agradables y experiencias inolvidables eres una gran persona nunca cambies el tiempo que conviví contigo me la pase súper bien, y *Rosita* gracias por permitirme conocerte y haber compartido muchos momentos agradables, son una de mis mejores amigas siempre las llevare con migo y como un bonito recuerdo.

### ***A mis compañeros***

A todos de corazón gracias por haber tenido la dicha de compartir tiempo con ustedes y haberlos conocido, ahora ya tomaremos caminos diferentes y les deseo todo el éxito del mundo.

### ***A los profesores***

*Dr. Gumerindo Alvarez Moreno* por su dedicación, participación y disposición de su valioso tiempo, para el término de este trabajo y su apoyo incondicional.

*M. D. Juan David Sánchez Chaparra* por su tiempo y dedicación por el apoyo incondicional hacia mi persona por los ánimos que siempre me indujo a salir adelante, y por haber formado parte de este trabajo.

*Ing. Heriberto Rios Tapia* por su participación, dedicación y apoyo incondicional para sacar adelante este trabajo.

## DEDICATORIAS

*En lugar de ser un hombre de éxito, busca ser un hombre valioso: lo demás llegará naturalmente.*

*Albert Einstein*

A Dios por darme la vida, la salud, por las bendiciones que todos los días me ha dado y haberme permitido darle este triunfo a mi familia. A mis padres les dedico este logro en mi vida un sueño cumplido y una meta cumplida, a ustedes les dedico este logro de mi carrera que sin ustedes no hubiese sido posible gracias a su cariño, guía y apoyo. Este presente simboliza mi gratitud por toda la responsabilidad e invaluable ayuda que siempre me han proporcionado, los quiero mucho. A mis hermanas, a mis sobrinos y a toda mi familia que estuvo con migo apoyándome siempre y dándome consejos.

### *A mi hija*

Por haber llegado a mi vida y darme la fortaleza de seguir adelante y luchar por mis sueños te amo princesa, eres el mejor regalo que tengo y mi mayor bendición.

### *A mi Alma tietta matet*

Que me formo a lo largo de mi carrera lo que ahora soy una profesionista, siempre estaré eternamente agradecida a mi universidad por todas las experiencias que viví, gracias a ti conocí y conviví con muchas personas que serán inolvidables para mí, por siempre te llevare en lo más profundo de mi corazón.

*Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.*

# Índice

<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>I</b>
<b>DEDICATORIAS.....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>X</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
1.1 ORIGEN .....	1
1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA.....	2
1.2.1 Clasificación taxonómica (Gigant et al., 2011).....	3
1.2.2 Características.....	3
1.3 ESPECIES MÁS CONOCIDAS .....	5
1.3.1 Sinónimos.....	6
1.3.2 Nombres con los que se le Conoce a la Vainilla.....	6
1.4 USOS E IMPORTANCIA ECONÓMICA .....	7
1.5 FACTORES PARA EL DESARROLLO DE LA PRODUCCIÓN .....	7
1.5.1 Condiciones Climáticas .....	7
1.5.2 Condiciones Edáficas .....	9
1.5.3 Descripción del Paquete Tecnológico para Producir Vainilla.....	9
1.6 SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.....	16
1.6.1 Producción de Vainilla en el Mundo.....	16
1.6.2 Cultivo de Vainilla en México.....	22
1.7 REVISIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS SOBRE PRODUCCIÓN DE VAINILLA .....	26
1.8 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	27
1.9 HIPÓTESIS .....	29
1.10 OBJETIVO .....	29

<b>CAPITULO II.....</b>	<b>30</b>
<b>REVISION DE LITERATURA .....</b>	<b>30</b>
2.1 CONCEPTOS Y TEORÍAS .....	30
2.1.1 Oferta.....	30
2.1.2 Factores que determinan la oferta .....	31
2.1.3 Demanda .....	33
2.1.4 Factores que determinan la demanda .....	34
2.1.5 Producción.....	35
2.1.6 Factores que Determinan la Producción.....	35
2.1.7 Sistema de Producción.....	38
2.2 HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS.....	39
2.2.1 Costos variables totales.....	39
2.2.2 Correlación .....	40
2.2.3 Correlación Simple, Regresión Lineal y Regresión simple .....	42
2.2.4 Cuantificación de variables .....	51
2.2.5 Coeficiente de Determinación. ( $R^2$ ) .....	52
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>53</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>53</b>
3.1 DESCRIPCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO .....	53
3.2 LOCALIZACIÓN DE LA REGIÓN TOTONACAPAN.....	53
3.3 VARIABLES DE ESTUDIO .....	54
3.4 ESPECIFICACIÓN DEL MODELO .....	56
3.5 SUPUESTOS ESTADÍSTICOS Y MÉTODOS DE ESTIMACIÓN.....	57
3.6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	58
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>59</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>59</b>
4.1 ANÁLISIS DE INDICADORES .....	59
4.1.1 Tutor Cítricos .....	59
4.1.2 Tutor Pichoco .....	65
4.1.3 Tutor Sombra Malla .....	70

4.2 ANÁLISIS ECONÓMICO .....	75
4.2.1 Coeficiente de correlación .....	75
4.2.2 Elasticidad .....	77
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>82</b>
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>82</b>
5.1 CONCLUSIÓN .....	82
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>90</b>
A. CORRELACIÓN CITRICOS.....	90
B. CORRELACIÓN PICHOCO .....	92
C. CORRELACIÓN SOMBRA MALLA.....	94

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Situación de la producción mundial en toneladas .....	16
Cuadro 2. Principales países exportadores de vainilla (Toneladas).....	19
Cuadro 3. Valor de las exportaciones (Miles de pesos) .....	20
Cuadro 4. Principales países importadores de vainilla (Toneladas).....	20
Cuadro 5. Valor de las importaciones de vainilla (Miles de pesos) .....	21
Cuadro 6. Producción de Vainilla en México.....	25
Cuadro 7. Producción Nacional de Vainilla en Verde por Entidad en 2012 .....	26
Cuadro 8. Prueba de (t) para la significancia estadística de cada parámetro tutor cítrico .....	62
Cuadro 9. Valores de “t” para la relevancia de cada parámetro estimado tutor cítrico	65
Cuadro 10. Prueba de (t) para la significancia estadística de cada parámetro tutor Pichoco .....	68
Cuadro 11. Valores de “t” para la relevancia de cada parámetro estimado tutor pichoco.....	69
Cuadro 12. Prueba de (t) para la significancia estadística de cada parámetro sombra malla .....	72
Cuadro 13. Valores de “t” para la relevancia de cada parámetro estimado tutor sombra malla.....	74
Cuadro 14. Factores que presentan mayor correlación con la producción del tutor cítrico .....	75
Cuadro 15. Factores que presentan mayor correlación con la producción del tutor pichoco.....	76
Cuadro 16. Factores que presentan mayor correlación con la producción del tutor sombra malla.....	76
Cuadro 17. Importancia relativa de los diferentes factores del tutor Cítricos .....	77
Cuadro 18. Importancia relativa de los diferentes factores del tutor Pichoco.....	79
Cuadro 19. Importancia relativa de los diferentes factores del tutor Sombra Malla ...	80

## Índice de figuras

Figura 1. Distribución de zona donde se cultiva vainilla.....	2
Figura 2. Ejemplo de Vanilla planifolia en que se muestran las inflorescencias. ....	4
Figura 3. Infrutescencia de Vainilla planifolia durante el desarrollo y elongación de los frutos en el mes de octubre. ....	5
Figura 4. Especies más conocidas.....	6
Figura 5. Países exportadores de la vainilla. ....	19
Figura 6. Países importadores. ....	21
Figura 7. México: Superficie, Volumen de Producción 2000-2013 SIAP-SAGARPA.....	23
Figura 8. Rendimiento y valor de producción.....	24
Figura 9. Estados de vainilla en 2012. ....	25
Figura 10. Curva de la oferta.....	31
Figura 11. Curva de la demanda.....	34
Figura 12. Mapa de la Región Totonacapan. ....	53
Figura 13. Análisis de varianza. ....	60
Figura 14. Análisis de varianza. ....	66
Figura 15. Análisis de varianza. ....	71
Figura 16. Análisis de correlación. ....	91
Figura 17. Análisis de correlación. ....	93
Figura 18. Análisis de correlación .....	95

## RESUMEN

La vainilla es una planta perenne suculenta, la cual, requiere de un árbol o una ayuda artificial para su crecimiento (tutor). En base a los estudios realizados en la Región de Totonacapan en el estado de Veracruz, el punto de equilibrio o umbral económico bajo diversos sistemas de producción, se formularon modelos econométricos para explicar el comportamiento de las variables de Producción y rendimiento de la Vainilla en tres sistemas de producción cítrico, pichoco y sombra malla. Los datos fueron colectados mediante encuestas aplicadas a los Productores. Los modelos fueron estimados mediante la técnica de Mínimos Cuadrados Ordinarios con el programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versión 15.

Para los tres diferentes sistemas de producción de vainilla, para el tutor cítrico las que se aceptaron fueron edad de los productores, sexo, número de árboles, costo total y precio de empaque o envasado, para el tutor pichoco se aceptaron las siguientes variables: sexo, costo total y edad de la plantación y el tutor sombra malla se aceptaron la variables: edad del productor, experiencia en años, edad de la plantación y costo total. En la elasticidad se compararon las variables en términos porcentuales.

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron en los modelos estadísticos de los modelos econométricos los tres sistemas de producción fueron diferentes de cero por lo tanto se acepta la hipótesis  $H_1$ .

**Palabras clave:** vainilla, modelo econométrico, regresión múltiple, factores, función de producción.

CORREO ELECTRÓNICO; RUBI DEYSI MAZARIEGOS LOPEZ t.a.d.y.21@hotmail.com

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES

### 1.1 Origen

La vainilla (*Vanilla planifolia* A.) es originaria de la zona norte del estado de Veracruz, México (ASERCA, 2002).

Las especies del género *Vanilla* se distribuyen a través de todos los continentes, excepto en Australia. La mayoría (52 especies) se encuentran en el trópico de América, en el sur de Asia y Nueva Guinea se encuentran 31 especies, en África 17 especies, en las islas del Océano Índico siete especies y tres especies en el área del Pacífico (Bory et al., 2008).

La distribución natural de la *Vanilla planifolia* se origina desde el este de México en las zonas de bosque tropicales, hasta Costa Rica, así como también en Las Antillas (Bory et al., 2008). La densidad demográfica de *V. planifolia* puede ser muy baja, aproximadamente una planta por Km<sup>2</sup>. Estas plantas silvestres llegan a florecer y generar la germinación de sus semillas, sin embargo, esto no sucede con frecuencia (Soto 1999). Estas observaciones sugieren una tasa reducida de la reproducción sexual de las plantas silvestres, por lo cual, en cultivos comerciales este tipo de propagación es poco eficiente (Schlüter et al., 2007).



Fuente. Wikipedia

**Figura 1. Distribución de zona donde se cultiva vainilla.**

## 1.2 Descripción de las Características de la Planta

La vainilla es una planta perenne suculenta, la cual, requiere de un árbol o una ayuda artificial para su crecimiento (tutor). Las raíces aéreas adventicias se adhieren al árbol fácilmente (Philip y Nainar 1986). La planta puede crecer a una altura de 10 a 20 metros, pero en los cultivos comerciales las plantas se mantienen a baja altura para facilitar la polinización manual y para la cosecha de las vainas (Berger 2007).

En países como Puerto Rico, se observó que la reproducción sexual de la vainilla en condiciones naturales, produjo menos de un 1% de vainas. En Centroamérica se describen ámbitos similares, entre un 1% y un 3% (Berger 2007), y en México, se reporta un menor porcentaje, una vaina por cada 100 a 1000 flores (Soto 1999). La reproducción asexual se da por medio de estacas, las cuales tienen entre 8 a 12 nudos, estas son recolectadas de plantas sanas que produzcan vainas vigorosas (Bory et al., 2008). Este método de propagación es lento, laborioso y consume mucho tiempo, lo cual, lo convierte en una técnica poco rentable, debido a que el corte de los tallos provoca un retraso en el crecimiento de la planta madre (Janarthanam y Seshadri, 2008).

Para que la planta de vainilla llegue a producir flores, necesita cerca de dos a cuatro años desde su fase de establecimiento para que comience la producción de fruto, a partir de este momento la planta puede producir por un período de 5 a 6 años. Cada planta tiene cerca de 10 a 20 racimos de flores, de las cuales, se desarrollan de 15-20 flores por cada uno. Después de la polinización manual, de 8 a 12 de estas flores por racimo se convertirán en vainas (Berger, 2007).

La planta de vainilla requiere condiciones especiales de crecimiento para la formación de sus frutos o vainas, este proceso dura aproximadamente nueve meses. Las vainas se cosechan cuando aún están verdes, posteriormente, es necesario un proceso elaborado conocido como curado (fermentación), este proceso tarda de tres a seis meses y es un proceso necesario para obtener el sabor característico de la vainilla (Vainillina) (Berger, 2007).

### **1.2.1 Clasificación taxonómica (Gigant *et al.*, 2011).**

**Género:** *Vanilla* Plum. ex Miller

**Familia:** Orchidaceae

**Sub familia:** Vanilloideae

**Tribu:** Vanilleae

**Sub tribu:** Vanillinae

### **1.2.2 Características**

La planta presenta dos tipos de raíces, las que brotan de los nudos introducidos en la tierra, denominada primarias, y las secundarias o adventicias que brotan de los nudos de la parte aérea. Estas últimas se sujetan del tutor, y su crecimiento es hacia el suelo, de donde obtienen nutrientes de la materia orgánica. Ambos tipos de raíces, se localizan entre los 5 y 10 cm de profanidad de la materia orgánica del suelo, y se extienden en círculos, en un radio de hasta 1.20 m (Pérez, 1983; Dressler. 1990; Sánchez, 1997).

La planta es hermafrodita, sus flores miden alrededor de 5 cm y son de color blanco con un tono ligeramente amarillo verdoso. Estas presentan tres sépalos, tres pétalos (uno de ellos modificado y se llama labelo), y una columna central o ginostemo en donde se funcionan los órganos sexuales; dichos órganos están separados por una membrana llamada róstelo. Las flores se agrupan en inflorescencia que brotan de las axilas de las hojas; cada planta produce de 10 a 20 inflorescencias y, cada una de estas produce de 10 a 20 flores. Se observa una maduración secuencial, esto es las flores abren de una a dos en las primeras horas de la mañana y solamente perduran hasta el medio día; al siguiente día se abren nuevas flores (Dressler, 1990; Curti, 1995; Velázquez, 2004) (Figura 2).



**Figura 2.** Ejemplo de *Vanilla planifolia* en que se muestran las inflorescencias.

El fruto es una capsula carnosas dehiscente, casi cilíndrica (Figura 3) que mide de 15 a 25 cm de largo, es de color verde oscuro brillante y al madurar se reblandece y cambia a un color verde amarillento opaco (Dressler, 1981, 1990, 1993; Curti, 1995; Soto, 1999, 2006). Las semillas son muy pequeñas y redondas de 0.24 a 0.33 mm, y en el fruto puede haber varios miles de ellas (Dressler, 1981, 1990, 1993; Curti, 1995; Soto, 1999, 2006).



**Figura 3.** Infrutescencia de *Vanilla planifolia* durante el desarrollo y elongación de los frutos en el mes de octubre.

### **1.3 Especies más Conocidas**

Del género *Vanilla* se conocen más de 110 especies, de las cuales solo tres son cultivadas por su importancia comercial (*V. planifolia*, *V. tahitensis*, *V. pompona*). Según Duval et al., (2006), el 95% de la vainilla comercial es de la especie *planifolia*, en cuanto a las otras dos especies, la *Vanilla tahitensis* se cultiva en zonas del Océano Pacífico, y aunque se ha observado que es más resistente contra enfermedades, las vainas que produce presentan una calidad inferior (Berger 2007). Se ha observado que esta especie tiene mucha relación con *V. planifolia* (Soto 1999; Duval et al., 2006). Por último, la *V. pompona*, conocida como vainillón, se cultiva localmente o se cosecha de forma silvestre y está distribuida en Centroamérica y las Antillas (Duval et al., 2006) (Figura 4).



Fuente: Wikipedia, Jul. 2012.

**Figura 4.** Especies más conocidas.

### 1.3.1 Sinónimos

- *Epidendrum rubrum* Lam.
- *Myrobroma fragrans* Salisb.
- *Notylia planifolia* (Jacks. ex Andrews) Conz.
- *Notylia sativa* (Schiede) Conz.
- *Notylia sylvestris* (Schiede) Conz.
- *Vanilla aromatica* Willd.
- *Vanilla bampsiana* Geerinck
- *Vanilla duckei* Huber
- *Vanilla fragrans* Ames
- *Vanilla rubra* (Lam.) Urb.
- *Vanilla sativa* Schiede
- *Vanilla sylvestris* Schiede
- *Vanilla viridiflora* Blume (Wikipedia)

### 1.3.2 Nombres con los que se le Conoce a la Vainilla

Es conocida comúnmente por el nombre de vainilla (*V-vanilla planifolia*), pero también es reconocida por nombres como xanath, tlilxochitl y flor negra. El género es originario de México y comprende un centenar de plantas monopodiales de hábitos

trepadores que llegan a alcanzar más de 35 metros, con hojas alternas que se extienden por toda su longitud (Congreso, 2006).

#### **1.4 Usos e Importancia Económica**

*Vanilla planifolia* es una de las especies más importantes cultivadas alrededor del mundo y es comercialmente sembrada por sus vainas, de las cuales se extrae la vainillina (Geetha y Shetty 2000).

La esencia de la vainilla, se utiliza comúnmente para saborizar helados, bebidas suaves, como condimento de comidas, en cosméticos y en la industria de perfumes (Kalimuthu *et al.*, 2006). La vainillina concretamente como esencia, es un sabor muy versátil, en cualquier concentración es aceptable, y la mayoría de las personas disfrutan de su sabor, siendo uno de los más populares del mundo.

Se estima que la producción mundial de vainilla abarca más de 37,525 hectáreas y una producción anual de aproximadamente 4,403 toneladas (Janarthanam y Seshadri, 2008). El comercio de la vainilla se enfrenta a grandes dificultades debido a la competencia de la vainillina de biosíntesis y a la baja de los precios inducido por el aumento de la producción (Duval *et al.*, 2006).

De las 1,191 toneladas importadas por los Estados Unidos entre los meses de enero a julio del 2009, Madagascar exportó más de la mitad de la vainilla con 828 toneladas, Uganda con 140 toneladas e Indonesia con 114 toneladas. Debido a varias enfermedades de la planta y la fuerte competencia internacional, incluyendo las nuevas regiones cultivadas, el precio de la vainilla fermentada es de aproximadamente \$27/Kg (ITC 2009).

#### **1.5 Factores para el Desarrollo de la Producción**

##### **1.5.1 Condiciones Climáticas**

Hernández, H. J. (2011). La planta de vainilla para su óptimo desarrollo y producción requiere de las condiciones agroecológicas siguientes:

- **Clima.** La *Vanilla planifolia*, es una especie que prospera en clima tropical cálido húmedo.
- **Temperatura.** Las características de las regiones donde la vainilla prospera de forma adecuada son: temperaturas de 20° a 30°C (Childers *et al.*, 1948; Ranadive, 2005), e incluso hasta los 32°C (Purseglove *et al.*, 1981; Anandaraj *et al.*, 2005).
- **Precipitación.** Requiere una precipitación media anual entre 2,000 a 3,000 mm (Inifap, 2011). También la planta necesita de dos a tres meses relativamente secos para estimular la floración de la planta. En lugares, con una precipitación, mayor a 3,000 mm anuales, las plantaciones tienen más ataque de hongos, principalmente por *Fusarium* sp., por el contrario, en lugares con bajas precipitaciones y si no se tiene un sistema de riego, la escasez de agua constituye el peor enemigo de la vainilla.
- **Altitud.** La altitud que más favorece el cultivo de vainilla, se encuentra entre 0 m y 600 m (Inifap, 2011). Aunque se han encontrado plantas creciendo hasta los, 100 msnm (Soto, 2003) e incluso en India, se cultiva hasta los 1,500 msnm (Tv, 2003; Anadararaj *et al.*, 2005).
- **Luz-sombra.** La planta de vainilla para su crecimiento óptimo requiere 50% de luz o sombra en la mayor parte del año. Pero, en épocas secas con soles intensos, es preferible mantener una sombra de 50 a 70% (Hernández, 1943; Ranadive, 2005) que permita conservar la humedad del suelo y del aire; mientras que en los meses lluviosos, la cantidad de sombra, debe ser de 30 a 50% para evitar condiciones favorables al desarrollo de enfermedades.

### **1.5.2 Condiciones Edáficas**

Las raíces terrestres se desarrollan sin profundizar en el suelo (Ramírez et al. 1999). Los suelos más adecuados para el cultivo de vainilla son los suelos franco arcillosos, bien drenados, profundos y ricos en materia orgánica. El aporte de mulch, más que la fertilidad del suelo en sí misma, es importante para el éxito del cultivo. La mejor fuente de nutrientes permanente es la capa de mulch profunda y descompuesta mantenida regularmente sobre y alrededor de las raíces de vainilla que proporciona además, drenaje y aireación (Brownell, 2011). Adicionalmente, el mulch ayuda a mantener la humedad del suelo, una adecuada temperatura y contribuye a disminuir la incidencia de arvenses (Hernández y Lubinsky, 2010; Hernández, 2011). Los terrenos donde se establezcan vainillales, deberán tener un excelente drenaje, ricos en humus y pH de 6 a 7 (Soto, 2003).

### **1.5.3 Descripción del Paquete Tecnológico para Producir Vainilla**

De acuerdo al paquete tecnológico de producción para la vainilla en México desarrollado por el INIFAP (2011), en terrenos que hayan sido ocupados con anterioridad para cultivar vainilla, existe la probabilidad de presencia de inóculo del hongo *Fusarium oxysporum*, lo cual, implica un riesgo al momento de establecer un nuevo vainillal; por lo tanto, la selección de un buen sitio de plantación, constituye el primer paso importante para tener éxito en la producción de vainilla:

**1.- Preparación de terreno.** La preparación de terreno consiste en limpiar el terreno, mediante chapeos con machete o azadón; las hierbas cortadas, no se deben quemar, ya que servirán como fuente de materia orgánica. También, en los terrenos planos, donde puede haber problemas de encharcamiento, se hacen drenes para eliminar los excesos de agua.

**2.- Tutor naranjo.** Se utilizan principalmente árboles de naranjo, que son excelentes tutores para la vainilla ya que sus ramas son resistentes y crecen lateralmente, de tal manera, que permiten soportar una buena cantidad y distribución de bejucos,

evitando de esta manera el sombreo entre ellos; además, su follaje proporciona buena luminosidad durante todo el año, lo que hace posible que la planta crezca rápido y entre a producir al segundo año de su plantación.

**3.- Método de propagación de vainilla.** La vainilla, en México se propaga exclusiva y comercialmente de forma asexual por medio de esquejes. Los esquejes son tramos de bejucos, que se obtienen de las propias plantaciones comerciales de los productores.

**Preparación de la planta “madre” (esquejes).** Con la finalidad de facilitar la plantación del esqueje, deben eliminarse las últimas tres hojas basales manualmente, torciendo y quebrando el peciolo de la misma, pero sin jalar, para evitar heridas al tallo, ya que pueden ser punto de entrada de patógenos.

**Época de plantación.** Si se cuenta con riego, los esquejes se pueden plantar prácticamente todo el año; sin embargo, cuando se realiza en la época fría del año (diciembre a febrero), la emisión de brotes vegetativos (retoños) tarda más y existe el riesgo de que se “quemem” por el frío (capado natural), lo cual, retrasa el crecimiento de la planta. Por otro lado, cuando se plantan en la época lluviosa del año (julio a octubre), el exceso de humedad puede provocar pudriciones por hongos hasta en un 50% de los esquejes. El periodo de plantación más recomendable es de abril a junio, después de una lluvia o riego.

**Método de plantación.** El esqueje se planta de la manera siguiente: Junto al tutor, se abre con pala o azadón una zanja superficial de 5 a 10 cm de profundidad, luego, se coloca en forma horizontal (acostado), la parte sin hojas del esqueje (3 a 4 nudos) y se tapa con una capa de 3 a 5 cm de tierra fértil o composta, hojarasca y otros residuos vegetales, que funcionará como cobertura (mulch) y fuente de nutrimentos. El extremo basal del esqueje de 2 a 3 cm, se puede dejar descubierta, es decir sin tapar para prevenir la pudrición del mismo, principalmente cuando existe mucha humedad en el suelo. Una vez plantado, el resto del esqueje con hojas (4 a 5 nudos) se coloca de manera vertical sobre su tutor correspondiente.

**4.- Riego.** El agua es el principal factor que influye en el crecimiento y desarrollo de la planta, por lo que es importante suministrarla a un “vainillal”. El sistema de riego con micro aspersores de 180° y 360° es el más usual en los vainillales, debido a que humedece mucho mejor la materia orgánica (cobertura vegetal) o abono, que es donde se encuentran las raíces, es más económico y práctico. Menos utilizados son el riego por aspersión, “cañón” y goteo.

**Criterios de riego.** Un criterio útil para regar un vainillal, consiste en mantener húmedo en todo momento la materia orgánica, pero sin saturarlo. Para mayor precisión, el nivel de humedad (70 %) de la materia orgánica se puede medir con un tensiómetro. Por lo tanto, la cantidad de agua y frecuencia de riego depende del tipo de materia orgánica, etapa fenológica del cultivo y de las condiciones climáticas como las lluvias, radiación solar y el calor; también, influye el porcentaje de sombra que reciba el vainillal.

Debe recordarse que las raíces de la vainilla son de crecimiento superficial; por tanto, es mejor regar varias veces poca agua, que regar mucha agua una sola vez. Generalmente, en la época de sequía, se riega de una a dos veces por semana, mientras que en la época de lluvias (julio, septiembre y octubre) y lloviznas (diciembre a febrero), no es necesario regar.

**5.- Nutrición.** Los residuos de materiales vegetales y animales descompuestos de manera natural y que se encuentran cubriendo al suelo (coberturas o mulch), han sido la mejor fuente de humus o materia orgánica y de nutrientes esenciales, requeridos para el desarrollo del cultivo de la vainilla. También, se pueden utilizar compostas, preparadas con materiales de la región.

**6.- Espesor y aplicación de coberturas.** Espesor y aplicación de las coberturas. Las coberturas deben tener un espesor de 10 a 20 cm, con una anchura de 50 a 100 cm, dependiendo del área de crecimiento de las raíces, siendo menor al inicio de la plantación y mayor conforme crece la planta. En lugares con mucha humedad y deficiente drenaje, el espesor de la cobertura debe ser menor, para impedir condiciones favorables al desarrollo de hongos del suelo, que pueden causar

podriciones a la raíz. La cobertura se aplica o se acomoda al pie de los tutores, cubriendo el área donde crece la raíz de la vainilla; para evitar su arrastre o pérdida por lluvias, principalmente en terrenos con mayor pendiente, conviene colocar malla plástica rígida, palos, bambú, piedras, etc.

## **7.- Prácticas culturales**

**Control de maleza.** La maleza de las calles de las plantaciones de vainilla, se controla por medio de azadón y machete, mientras que al pie del tutor se arranca cuidadosamente con la mano, para no dañar la raíz de la vainilla, ya que ésta crece superficialmente. Los residuos de la maleza y hojarasca se acomodan al pie del tutor, así, sirven como coberturas y dejan las calles libres para caminar. El control de maleza y acomodo de la hojarasca se realiza cada vez que exista maleza grande y defoliación de los tutores, generalmente de tres a cuatro veces por año.

**Regulación de la luz-sombra.** Se eliminan los chupones (brotes tiernos) de los naranjos que obstaculizan el manejo de la planta, y cuando hay excesos de sombra, se cortan algunas ramas, principalmente las improductivas y secas, para permitir mayor luminosidad a las plantas de vainilla, generalmente se realiza una a dos veces por año (después de cada floración y cosecha).

**Encauzamiento de guías.** Esta práctica consiste en desprender la punta del bejuco de vainilla (cogollo), cada vez que llega a la primera horqueta del tutor, para interrumpir su crecimiento hacia arriba y dirigirlo hacia el suelo, con la finalidad de mantener la planta de vainilla a una altura no mayor a 2.0 m. Los bejuocos deben distribuirse sobre el tutor sin que se amontonen, para evitar el sombreo entre ellos.

**Enraizamiento o acodado de guías (“dar pie”).** Cuando la guía encauzada llega al suelo, parte de ella (dos a tres entrenudos apicales) se cubre con cobertura vegetal o composta, de preferencia húmeda, para promover su enraizamiento; la punta que se deja libre se amarra al mismo tutor con hilo de henequén o tallo de plátano, para que crezca hacia arriba.

## 8.- Plagas y enfermedades

**Control de la chinche roja.** La chinche roja se controla manualmente cuando existen bajas poblaciones, aplastándolas con la mano sobre la hoja donde se encuentran, en las primeras horas de la mañana, que es cuando están quietas. También, se controla con un producto orgánico que se prepara con 3 cebollas, 3 cabezas de ajo (molidas en licuadora) y una barra de jabón neutro (en pedazos), disueltos en 40 litros de agua, conocido como “CAJA”. Se deja reposar por 48 horas y luego se aplica con una bomba de aspersión.

**Control de Gusano peludo.** Debido a que el gusano peludo es de hábito nocturno, debe controlarse durante la noche o al amanecer, es decir, cuando se encuentre en la planta; se recomienda recolectar los gusanos y matarlos manualmente o aplicar en las plantas la solución “CAJA”. En el día, cuando se observe un cogollo dañado, debe buscarse el gusano al pie de la planta, debajo de la hojarasca y matarlo.

**Pudrición de raíz y tallo.** *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae*. Es el hongo más dañino, que causa pudrición de raíces, tallos y frutos y en consecuencia la muerte de las plantas.

**Control de *Fusarium oxysporum*.** Cuando el hongo infecta la planta, es difícil curarla, por lo que se recomienda prevenir la enfermedad aplicando varios métodos culturales, como: utilizar terrenos con buen drenaje, plantar esquejes sanos y vigorosos, proteger las raíces, efectuar las prácticas de enraizamiento de guías, evitar la sobrepolinización y regular la sombra.

**Control de antracnosis.** Puede prevenirse manteniendo las raíces sanas y la planta bien nutrida. En hoja y tallo, se previene con cualquier fungicida que contenga oxiclورو de cobre o mancozeb, en concentración de 2 g/L de agua o el caldo bordelés, antes o inmediatamente después de que entre un “norte”.

**Amarillamiento y caída prematura de frutos.** El porcentaje de frutos caídos, varía de un 15% hasta un 90% de los frutos, dependiendo del sistema de cultivo. Durante la etapa de floración y crecimiento del fruto, debe mantenerse el cultivo con un porcentaje de sombra mayor a 50% y con riego de nebulización, para protegerlos de los rayos solares y para mantener fresco el vainillal. Todo esto, con la finalidad de evitar el estrés de las plantas ocasionado por las temperaturas altas y humedad relativa baja.

**Saneamiento de la planta.** El saneamiento se practica frecuentemente dentro del vainillal y consiste en eliminar todas las partes del tallo, hojas o raíces enfermas o si es necesaria la planta completa, para evitar el avance de la enfermedad hacia otras plantas. El material cortado se debe quemar o enterrar fuera de la plantación, para eliminar fuentes de inóculo.

**9.- Floración y polinización de vainilla.** La primera floración de la vainilla, conocida como de “ensayo”, se inicia a partir del segundo año después de plantado. La planta florece sólo una vez por año.

**Porcentaje de plantas en floración.** El porcentaje de plantas que florecen, es variable a través de los años. Se inicia con un porcentaje menor (27.19%) y va aumentando en los años siguientes y el mayor se obtiene en la tercera floración (97.07%), que ocurre en el cuarto o quinto año después de la plantación.

**Polinización manual.** Las flores de vainilla, en su interior, tienen una membrana llamada “rostelo” parecida a una lengüeta, que separa al órgano masculino (antera) del femenino (estigma), impidiendo de esta manera la autopolinización.

**Número de flores a polinizar.** En términos generales, se recomienda polinizar de seis a ocho flores o más por cada racimo, para asegurar como mínimo de cuatro a cinco frutos de una calidad aceptable, considerando que no se tiene el 100% de éxito o “amarre” en las flores polinizadas. Es importante mencionar, que una sobre polinización de las flores, provoca que los frutos queden pequeños, se

incrementan los costos de polinización, se debilita la planta y hay una mayor fluctuación del volumen de producción de cada año.

**Cosecha de frutos.** En México, la cosecha inicia el 10 de diciembre de cada año, respetando un acuerdo tomado por los representantes de productores, beneficiadores e industriales. Lo ideal es que las vainas se cosechen conforme alcancen su completa madurez comercial, que se nota cuando el ápice o punta del fruto cambia de un color verde a amarillo; esto, generalmente ocurre a los ocho o nueve meses después de la polinización.

**Rendimientos de vainilla verde.** Los rendimientos de los “vainillales” son extremadamente variables, dependen de la edad de la planta, densidad de plantación, método de cultivo (tradicional o tecnificado), fuente de humedad (temporal o riego), de las características del suelo y clima del sitio de plantación, y del manejo del cultivo por parte del productor. En tutor naranjo, el rendimiento varía de 925 a 2,500 kg/ha, pero la mayoría de los productores obtienen una tonelada. También se ha registrado que, el mayor rendimiento de frutos por planta se obtiene en plantas desarrolladas en tutor naranjo, ya que una planta en su plena producción produce en promedio 1.87 kg de frutos y hasta un máximo de 5.50 kg.

**10.- Vida útil de los vainillales.** Los máximos rendimientos de vainilla se obtienen al cuarto o quinto año de establecido el cultivo (segunda o tercera cosecha). Después, en los siguientes años, se tienen altas y bajas producciones y a partir de los nueve años, los rendimientos empiezan a declinar, hasta que se acaba la productividad del vainillal, generalmente a los 12 años.

## 1.6 Situación de la producción

### 1.6.1 Producción de Vainilla en el Mundo

De acuerdo con el último dato disponible de producción mundial en toneladas de FAOSTAST 2013, la producción de México se ubica en el cuarto lugar entre los países productores de vainilla verde, aportando el 6% de producción por debajo de Indonesia, Madagascar y China. , como lo muestra el siguiente cuadro 1:

**Cuadro 1. Situación de la producción mundial en toneladas**

País	Porcentaje de la Producción Mundial	Producción en Toneladas
Indonesia	36%	2,400
Madagascar	28%	1,900
China	19%	1,300
México	6%	462
Tonga	3%	200
Comoras	1%	60
Resto del Mundo	100%	6,747

Fuente: FAOSTAST 2013

La producción de vainilla en el mundo descendió a 6,747 toneladas de 9 mil toneladas producidas en el 2008. Indonesia con la mayor producción del 36 por ciento, seguido de Madagascar con el 28% que en años anteriores registraba casi el 80 por ciento de la producción mundial, lo cual, indica que otros países han incrementado considerablemente su producción, tal es el caso, de China.

Los principales compradores de acuerdo al volumen son: Estados Unidos, Francia, Reino Unido y Alemania. El principal proveedor del mercado americano es Madagascar, seguido de Indonesia. Para México la participación en este mercado es

relativamente baja, situación ocasionada por los grandes volúmenes ofertados por los países señalados. Sin embargo, en términos generales los volúmenes producidos de todos los países en esta actividad no alcanzan a cubrir la demanda mundial de 22,500 toneladas en vainilla verde.

Por otro lado, se observa que los que están ganando importantes sumas de dinero con la vainilla no son los Países productores sino las compañías de los países del primer mundo que tienen el control de la comercialización y transformación de este producto, como los EUA (Mc Cormick y NielsenMassey), Alemania (Asut&Hachmann y Euro vanille), Francia (Vanipro y Vainille), Inglaterra (Sissco), entre las más relevantes.

La vainilla es consumida por varios ramos industriales, que lo utilizan como insumo para la elaboración de sus productos, como las industrias refresquera (la Coca-Cola principalmente), pastelera, dulcera, galletera, helados y concentrados. Además, tiene utilidad en la confección de licores, e incluso para el consumo casero, cuya venta se hace en los grandes centros comerciales y tiendas. Por si fuera poco, también es utilizada en cuestiones medicinales.

Debido a que el cultivo de la vainilla en nuestro país se realiza de manera tradicional, su cosecha no ha rebasado las 30 toneladas anuales, durante las últimas tres décadas.

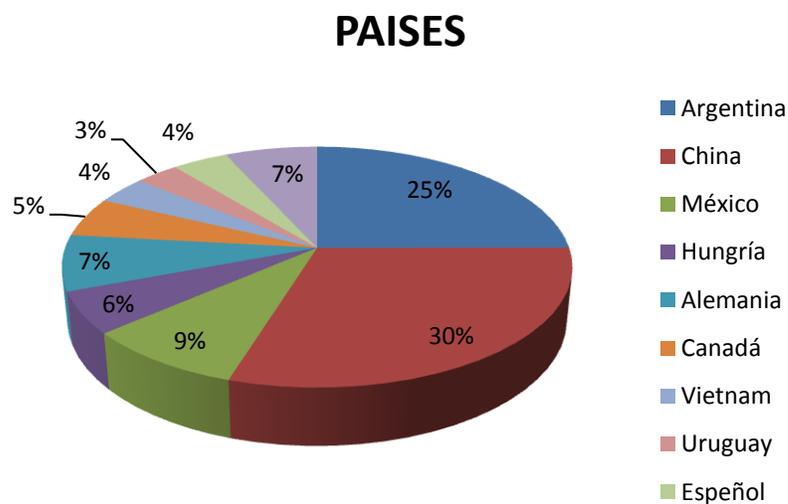
Los productores de vainilla, que en el lenguaje agrario se les denomina “cosecheros”, no trabajan el producto desde el punto de vista empresarial, sino del tradicional, que consiste en sembrarla y cosecharla sólo porque sus familias lo han hecho de generación en generación. Si los agricultores de la vainilla (se calcula que en todo el país hay alrededor de 2 000) tuvieran una visión de “grandes productores” y aprovecharan más el espacio donde se cultiva la vainilla, la producción aumentaría de manera considerable.



**Cuadro 2. Principales países exportadores de vainilla (Toneladas)**

PAISES	2003	2004	2005	2006	2007
Argentina	70,499	62,536	107,670	103,998	79,861
China	84,328	82,492	91,285	82,001	65,288
México	25,018	23,374	19,026	25,473	30,912
Hungría	15,807	14,962	18,808	19,443	23,872
Alemania	21,161	22,374	23,311	20,958	23,271
Canadá	15,041	14,021	12,376	13,594	16,763
Vietnam	10,548	15,563	16,210	14,647	16,730
Uruguay	9,177	13,357	8,876	12,083	14,215
Español	11,633	9,914	9,605	11,061	13,883
Brasil	19,273	21,029	14,442	14,600	12,907

Fuente: <http://www.fao.org/>



Fuente: Elaboración propia con datos de la FAO.

**Figura 5. Países exportadores de la vainilla.**

**Cuadro 3. Valor de las exportaciones (Miles de pesos)**

<b>PAISES</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
Argentina	159,894	120,537	128,503	154,141	134,153
China	106,001	92,837	93,364	108,247	95,580
Alemania	79,291	90,092	77,897	68,861	85,318
Hungría	52,040	50,262	42,722	47,824	64,859
México	67,947	57,408	31,836	48,381	56,454
España	38,385	34,875	26,402	30,062	41,667
Nueva Zelanda	15,694	18,851	25,365	26,972	40,061
Canadá	47,253	38,073	24,996	29,435	36,273
Francia	12,067	15,340	15,656	18,076	25,997
India	14,626	14,671	26,361	13,450	22,606

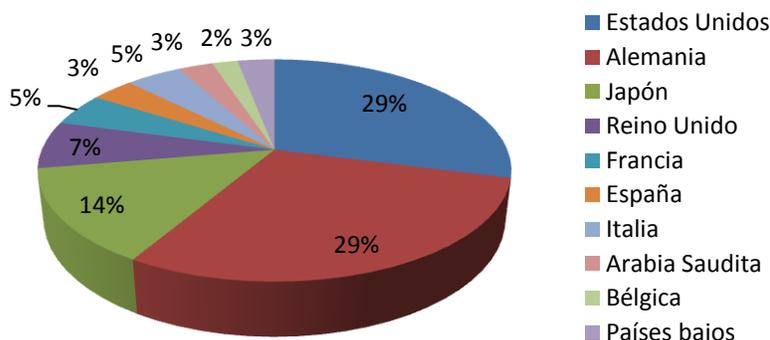
Fuente: <http://www.fao.org/>

**Cuadro 4. Principales países importadores de vainilla (Toneladas)**

<b>PAISES</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
Estados Unidos	92,151	81,027	105,543	126,071	105,438
Alemania	93,532	88,958	95,446	87,499	94,077
Japón	43,785	47,033	43,162	40,072	37,887
Reino Unido	21,867	25,893	27,980	29,180	30,109
Francia	15,165	17,081	19,261	22,106	23,489
España	11,119	13,759	15,017	17,782	11,560
Italia	14,449	15,390	14,030	13,855	10,686
Arabia Saudita	8,991	11,264	11,264	13,362	9,139
Bélgica	6,652	6,859	8,246	9,764	8,583
Países bajos	9,575	7,279	11,517	10,317	8,436

Fuente: <http://apps.fao.org/faostat>

## PAISES



Fuente: Elaboración propia con datos de la FAO.

**Figura 6.** Países importadores.

**Cuadro 5. Valor de las importaciones de vainilla (Miles de pesos)**

PAISES	2003	2004	2005	2006	2007
Alemania	240,851	230,704	166,231	152,927	191,530
Estados Unidos	219,496	149,550	125,356	172,941	162,766
Reino Unido	64,229	75,117	61,836	69,581	84,661
Japón	62,014	65,012	57,424	62,124	67,280
Francia	49,532	54,530	43,330	50,954	63,334
Arabia Saudita	33,325	36,469	30,637	34,002	27,140
Países bajos	22,269	23,011	20,074	22,427	24,099
España	27,269	31,463	22,175	29,136	22,560
Suiza	21,950	23,105	18,717	18,509	21,727
Bélgica	20,997	21,751	20,529	20,938	20,233

Fuente: <http://apps.fao.org/faostat>

Actualmente la vainilla es producida, además de México, en algunos países de América Central (Costa Rica, Venezuela y Puerto Rico), en Oceanía (Tahití y Samoa) y África (Madagascar, Islas Reunión y Comores). La República de Malgache (Madagascar) es el principal productor de vainilla en el mundo.

Informes de la dirección de Hortofrutícolas, Ornamentales y Plantaciones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGARPA), indican que la cosecha y siembra de vainilla en nuestro país ha disminuido considerablemente durante las últimas tres décadas, después de que salió al mercado la vainilla sintética, cuyo precio era 10 veces inferior.

A raíz del surgimiento de la vainilla sintética, México dejó de ser considerado como país exportador, siendo que en la década de los sesenta era el principal, junto con Madagascar (Cuadro 2).

A pesar de lo anterior, la vainilla natural mexicana sigue siendo considerada como de mejor calidad, con un olor y sabor superiores a cualquier otra.

Respecto a los consumidores son cinco las naciones que requieren de la vainilla, que la utilizan como insumo en la elaboración de diversos productos. Aunque es inferior el número de países que la requieren, lo significativo es que son las naciones más industrializadas, como Japón, Estados Unidos, Canadá, Alemania y Francia. Recientemente Holanda también ha comenzado a solicitar grandes cantidades de vainilla.

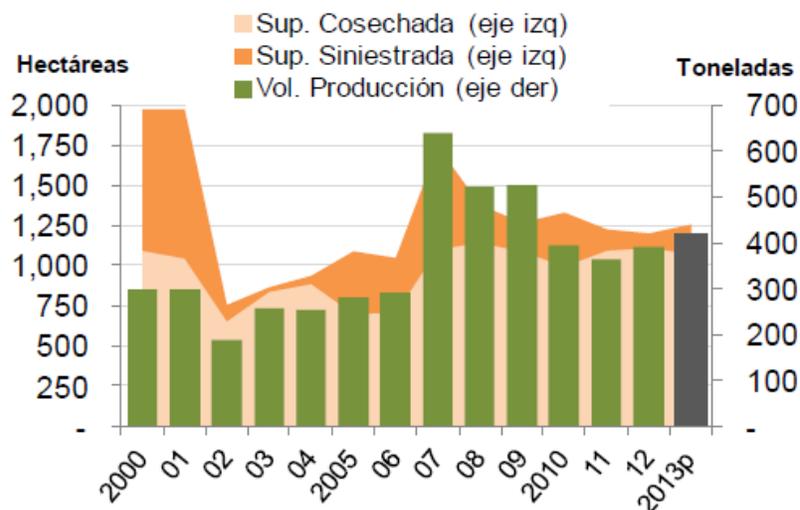
Sin embargo, dice, hace falta la aplicación de tecnologías, el apoyo a la comercialización y contar con una visión de grandes productores, pues tan sólo la situación geográfica de México es un factor clave para ganarse el mercado del norte de América (Ver en el cuadro 3, 4, y 5) (Figura 6).

### **1.6.2 Cultivo de Vainilla en México**

Las tierras de México son el lugar idóneo para la siembra y cosecha de vainilla, cuyo olor y sabor son únicos, superiores e incomparables a los de cualquier parte del mundo, por lo que, los productores de nuestro país podrían lanzarse a la conquista del mercado internacional, donde la demanda asciende a más de 4 500 toneladas anuales.

México, a pesar de ser el país de origen de la vainilla, sólo participa con un 1.5 por ciento, pues su producción anual no rebasa las 30 toneladas, debido a que sólo se obtienen 200 kilogramos de vainilla beneficiada por hectárea sembrada.

La vainilla es una importante especie, cuya producción mundial alcanza cerca de 10 mil toneladas en verde. Debido a su alta demanda, el incremento de la producción entre los años 2000 y 2012 fue de 150%. Sin embargo, enfrenta una gran competencia por parte de los sustitutos sintéticos, los cuales son menos costosos (Financiera Rural del Desarrollo 2014) (Figura 7).



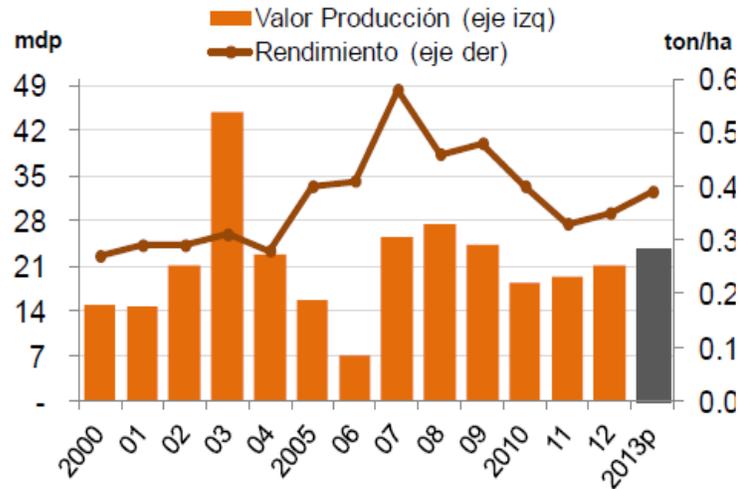
Fuente: SIAP-SAGARPA

**Figura 7.** México: Superficie, Volumen de Producción 2000-2013 SIAP-SAGARPA.

México ocupa el 5to lugar como productor de vainilla en el mundo, con el 4.0% del volumen obtenido en 2012. Ocupan los primeros lugares: Madagascar (35.5%), Indonesia (34.5%), China (13.7%) y Papúa Nueva Guinea (4.1%).

En el año 2012, se reportaron 1,200 hectáreas dedicadas al cultivo de la vainilla en el país, prácticamente todas de temporal, de las cuales, se obtuvieron 390 toneladas de producto en verde. Esto, es un potencial de aproximadamente 78 toneladas de

vainilla beneficiada, ya que el peso promedio en seco representa cerca del 20% del peso en verde.

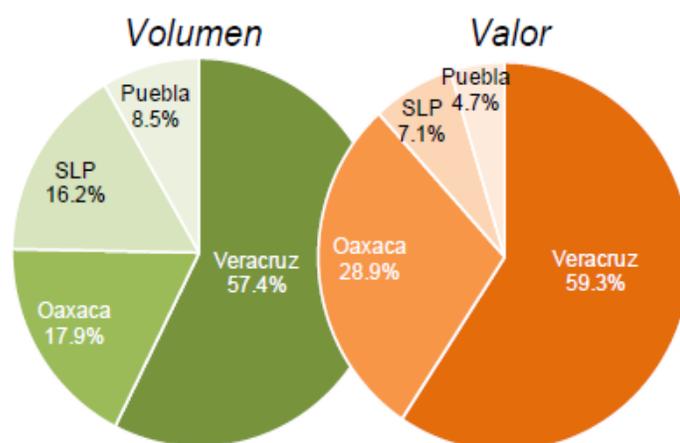


Fuente: SIAP-SAGARPA. /p Cifra preliminares

**Figura 8.** Rendimiento y valor de producción.

Aunque la producción se ha incrementado en alrededor de 30% respecto al año 2000, ésta es menor en 40% respecto al nivel máximo alcanzado en 2007 de 637 toneladas en verde. Lo anterior se debe en gran medida a que el rendimiento ha caído, alcanzando hoy 350 kg/ha, mientras que en 2007 llegó a un récord de 580 kg/ha.

Son cuatro las entidades del país que producen vainilla, siendo la más importante Veracruz, que en el año 2012 concentró el 57.4% del volumen y 59.3% del valor obtenido. Le siguen en importancia: Oaxaca (17.9%, 28.9%), San Luis Potosí (16.2% y 7.1%) y finalmente Puebla (8.5%, 4.7%)(Financiera Rural de Desarrollo 2014)(Figura 8 y 9).



Fuente: SIAP-SAGARPA.

**Figura 9.** Estados de vainilla en 2012.

**Cuadro 6. Producción de Vainilla en México**

Año	Superficie (Hectáreas)		Rendimiento (ton/ha)	Volumen de producción (Toneladas)		Precio medio rural en verde (\$/ton)	Valor de producción en verde (mdp)
	Sembrada	Cosechada		Verde	Beneficiada (seca)		
2000	1,970,0	1,094,0	0,27	299,0	59,8	50,068,6	15,0
2001	1,970,0	1,046,0	0,29	298,7	59,7	48,807,8	14,6
2002	756,8	656,8	0,29	189,1	37,8	111,235,1	21,0
2003	865,8	839,3	0,31	257,1	51,4	174,598,0	44,9
2004	937,6	887,6	0,28	252,5	50,5	90,402,5	22,8
2005	1,089,3	701,0	0,40	280,0	56,0	55,689,4	15,6
2006	1,048,6	709,8	0,41	290,8	58,2	23,890,0	6,9
2007	1,738,3	1,103,4	0,58	637,5	127,5	39,785,1	25,4
2008	1,375,6	1,143,1	0,46	522,9	104,6	52,517,9	27,5
2009	1,267,6	1,088,0	0,48	523,6	104,7	46,350,9	24,3
2010	1,329,3	997,4	0,40	395,0	79,0	46,517,3	18,4
2011	1,225,5	1,094,5	0,33	361,7	72,3	53,715,3	19,4
2012	1,201,0	1,111,0	0,35	390,3	78,1	53,593,0	20,9
2013p	1,255,8	1,075,2	0,39	419,3	83,9	56,250,3	23,6

Fuente: SIAP-SAGARPA. /p Cifras preliminares Nota: Para obtener la vainilla beneficiada o en seco se calcula un porcentaje promedio del 20% respecto al peso en verde.

**Cuadro 7. Producción Nacional de Vainilla en Verde por Entidad en 2012**

Estados	Volumen		Valor	
	Toneladas	Participación	Mdp	Participación
Veracruz	224,2	57,4%	12,408,3	59,3%
Oaxaca	69,8	17,9%	6,041,0	28,9%
SLP	63,4	16,2%	1,482,6	7,1%
Pueblo	33,0	8,5%	987,0	4,7%
<b>Total</b>	<b>390,3</b>	<b>100,0%</b>	<b>20,919,0</b>	<b>100,0%</b>
<b>Nacional</b>				

Fuente: SIAP-SAGARPA.

### 1.7 Revisión de estudios previos sobre producción de Vainilla

Una reciente revisión de las especies reconocidas del género *Vanilla* determinó la existencia de quince especies mexicanas y centroamericanas, de las cuales, en Costa Rica se han hallado doce diferentes (Soto y Dressler, 2010). Varias especies del acervo genético mexicano y centroamericano están cercanamente emparentadas con las dos especies de mayor cultivo en la zona: *V. planifolia* y *V. pompona*; lo cual, representa un importante germoplasma para el cultivo (Soto y Dressler, 2010). Según información que se generó en investigaciones relacionadas con datos de recolección y nuevas estimaciones, es probable que en Costa Rica existan parientes silvestres no descubiertos de algunas de las especies del género *Vanilla*, así como, nuevas especies aún no registradas (datos no publicados). Sin embargo, para corroborar esta hipótesis y lograr una identificación segura de las accesiones de campo es necesario contar con estudios de caracterización morfológicos y moleculares.

Debido a la importancia en términos ecosistémicos de *Vanilla* a nivel mundial, la existencia en el país de germoplasma de especies silvestres y cultivadas de dos de las tres especies más importantes en el mundo (*V. planifolia* y *V. pompona*), datos de contenidos de vainillina de algunas accesiones de cápsulas fermentadas y curadas

de *V. planifolia* con valores porcentuales por encima de la calidad más alta, establecida por las normas internacionales, la posibilidad de asociar cultivos de vainilla con árboles forestales genéticamente superiores y otros cultivos perennes en fincas integrales, hacen de este género de plantas una alternativa económica y ecológicamente adecuada para el modelo de desarrollo de conservación del patrimonio natural y de crecimiento económico impulsado por el gobierno de Costa Rica (MIDEPLAN, 2010)(Cuadro 6 y 7).

### **1.8 Identificación del problema**

En la Región Totonacapan en el estado de Veracruz, se han realizado estudios para identificar el nivel de rentabilidad de la vainilla bajo diversos sistemas de producción determinándose los puntos de equilibrio o umbral económico. Entre los principales resultados de estos estudios se tiene que los productores que utilizan el sistema Cítrico poseen en promedio un cuarto de hectárea en el que obtienen un rendimiento promedio de 42 kilogramos, lo cual, significa una pérdida de \$75.63 pesos y una relación beneficio-costo de menos 0.3, por cada peso de inversión. Es al nivel de media hectárea de cultivo cuando se empieza a obtener una utilidad de \$231.10 pesos; la cual, se va incrementando según sea el tamaño de la superficie cultivada, hasta llegar a una hectárea donde se obtiene el máximo rendimiento de 112.05 kilogramos y una utilidad de \$1,230.58 pesos. En el sistema de producción vainilla-pichoco el punto de equilibrio para una superficie de media hectárea se obtiene al nivel de 52.71 kg. En el sistema de vainilla-malla sombra considerado el más moderno en cuanto a tecnología, el punto de equilibrio se obtiene en una hectárea a los 109.75 kg y en las condiciones actuales, representa una utilidad de hasta \$4,962.50 pesos. Dentro de las conclusiones de este reporte destaca la necesidad de incrementar la eficiencia en los dos primeros sistemas de producción, y en particular en el sistema de malla sombra que aunque resulta de los más productivos y el que genera mayor utilidad, técnicamente, presenta un rango amplio para mejorar sus resultados económicos (Núñez, 2012).

En otros estudios similares se menciona que los productores se caracterizan por tener pequeñas superficies de tierra (menor a diez hectáreas), particularmente la que destinan al cultivo de la vainilla. El acceso a la tierra es muy restringido y su forma de tenencia más común es la propiedad privada y el minifundio ejidal que limitan la expansión de la frontera agrícola, aunado a los problemas como la baja fertilidad de la tierra. Actualmente la agricultura no proporciona los ingresos suficientes para que las familias campesinas de la región cubran sus necesidades básicas, de tal forma, que se han visto obligadas a realizar otras actividades agropecuarias y no agrícola (Del Ángel y Mendoza, 2002). También la región ha experimentado problemas de migración de la población joven hacia las ciudades, asignándole el papel de rectora de la familia a la mujer, quien lleva a cabo las actividades agrícolas.

La producción de vainilla y su transformación representan una opción para el desarrollo económico de mujeres campesinas de la Sierra Nororiental del Estado de Puebla (SIAC, 2010). La mano de obra que se ocupa durante el año representa el 80% del costo total por hectárea en la producción de la vainilla (SAGARPA), por lo que, socialmente representa una actividad relevante en la región.

A fin de mejorar los niveles de productividad y competitividad de la producción de vainilla a nivel internacional, el Consejo Veracruzano de la Vainilla (COVERVAINILLA) pretende reunir a productores, industrializadores y comercializadores de vainilla en un programa de desarrollo del sector vainillero; mediante la promoción de la producción y comercialización de vainilla. Con todo esto, se pretende, mejorar la calidad de la vainilla y de esta forma obtener mejores precios; ayudar a los agentes de la cadena productiva en la obtención de financiamientos, delimitación de áreas y la realización de un censo de los productores.

De los estudios anteriores se desprende la necesidad de optimizar los resultados económicos de los productores y para ello, es de gran utilidad conocer que variables del proceso técnico-económico de producción influyen sobre el resultado, y a partir de esto, emitir las recomendaciones necesarias. En consecuencia es pertinente un estudio en el municipio de Totonacapan, Veracruz, entre los productores para obtener la información de las variables que reflejen cómo y qué factores están

aplicando y determinar la relación de estos, con su nivel de producción y rendimientos obtenidos.

### **1.9 Hipótesis**

H1: La producción de vainilla en Totonacapan, Veracruz mediante los sistemas Cítrico, Pichoco y Sombra Malla, está determinada por al menos alguna de las siguientes variables: edad del productor, sexo, número de árboles, costo total, precio de empaque o envasado, experiencia, calidad del producto, edad de la plantación.

### **1.10 Objetivo**

Analizar el comportamiento de la producción en el cultivo de vainilla en la Región de Totonacapan.

2. Identificar las variables que influyen sobre la producción del cultivo de vainilla bajo tres sistemas de producción.
3. Obtener y aplicar modelos econométricos para estudiar el comportamiento de la producción de vainilla (*planifolia* A.)

## CAPITULO II

### REVISION DE LITERATURA

#### 2.1 Conceptos y Teorías

##### 2.1.1 Oferta

Según (Taylor 2004), la oferta es una relación entre dos variables

- 1) El precio de un bien en particular y,
- 2) La cantidad del bien que las empresas están dispuestas a vender a este precio si todo lo demás permanece constante.

Para abreviar, la oferta es la relación entre el precio y la cantidad ofrecida.

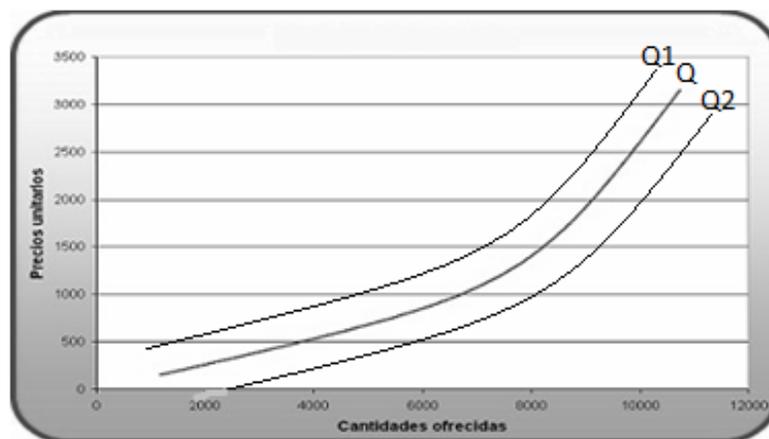
Parkin y Loria (2010), definen a la cantidad ofrecida de un bien o servicio como la suma que los productores planean vender durante un periodo dado a un precio específico, la cantidad ofrecida no necesariamente es la misma cantidad que se venderá en realidad.

A veces la cantidad ofrecida es mayor que la cantidad demandada, de modo que la cantidad vendida es menor que la cantidad ofrecida, esto, se mide en un monto por unidad de tiempo. Ejemplo: si General Motors produce mil automóviles por día, la cantidad de automóviles ofrecida por GM se puede expresar como mil por día, 7 mil por semana o 365 mil por año. Sin la dimensión temporal no podríamos determinar si un número en particular es grande o pequeño.

**La ley de la oferta.** Establece que, si los demás factores permanecen constantes, cuanto más alto sea el precio de un bien, mayor será la cantidad ofrecida de este, y cuanto más bajo sea el precio de un bien, menor será la cantidad ofrecida del mismo.

La oferta se ilustra mediante una curva de oferta y el plan de oferta. El término cantidad ofrecida se refiere a un punto sobre la curva de oferta: el punto donde se establece la cantidad ofrecida a un precio en particular

La curva de la oferta es una representación gráfica de un plan de oferta (Figura 10). Mientras que un plan de oferta enumera las cantidades ofrecida a cada precio cuando todos los demás factores que influyen en las ventas planeadas de los productos permanecen sin cambio.



Fuente: elaboración propia con los datos de Economía 2011

**Figura 10.** Curva de la oferta.

### 2.1.2 Factores que determinan la oferta

Taylor (2004) menciona que son muchos los factores que provocan que la curva de la oferta se desplace. A continuación se describen cada uno de los más importantes.

- El precio de los bienes utilizados en la producción.

Si los precios de los insumos que entran a la producción (materias primas, trabajo o capital) aumentan, entonces se hace más costoso producir los bienes; las empresas, venderían menos a cualquier precio determinado y la curva de la oferta se desplazaría a la izquierda; por ejemplo, si aumenta el precio del fertilizante, entonces

el precio de producir maíz aumentaría y disminuiría la oferta. Por otra parte, si el precio de los fertilizantes disminuye, aumenta la oferta y la curva de oferta se desplazará hacia la derecha.

- Tecnología.

Cualquier cosa que cambie la cantidad que puede producir una empresa con una cantidad de insumos para la producción, se puede considerar como un cambio en la tecnología, debido a los nuevos descubrimientos e ideas para mejorar la producción; por lo general, la tecnología mejora con el tiempo. Estas mejoras provocan que la curva de la oferta se desplace a la derecha.

- El número de empresas en el mercado.

El número de empresas o productores que participan en la actividad de producción por ejemplo, de trigo, generan un cambio en la curva de la oferta, ya que si entran más productores o empresas al negocio, el volumen producido y llevado al mercado será mayor, con ello, la curva se mueve hacia la derecha. Por el contrario, si se retiran de la producción empresas que no son competitivas, el efecto será una reducción del volumen ofrecido y la curva se moverá a la izquierda de su posición anterior.

- Expectativas de precios futuros.

Si las empresas esperan que el precio del bien que producen aumente en el futuro, entonces retardarán la venta de por lo menos parte de la producción hasta que aumente el precio. Por lo tanto, las expectativas de los aumentos futuros en el precio, tienden a reducir la oferta; y por lo contrario, cuando las expectativas de disminuciones de precios en el futuro, tienden a aumentar la oferta.

- Impuestos, subsidios y regulaciones gubernamentales

El gobierno tiene la capacidad de afectar la oferta de determinados bienes producidos por las empresas. Por ejemplo, el gobierno grava con impuestos a las empresas para pagar los servicios del gobierno como son: la educación, la policía y la defensa nacional. Estos impuestos aumentan los costos de la empresa y reducen la oferta.

El gobierno también apoya a las empresas con subsidios para estimular a producir ciertos bienes, estos subsidios tiene efecto opuesto a los impuestos sobre la oferta, un aumento en los subsidios reduce los costos de las empresas y aumenta la oferta.

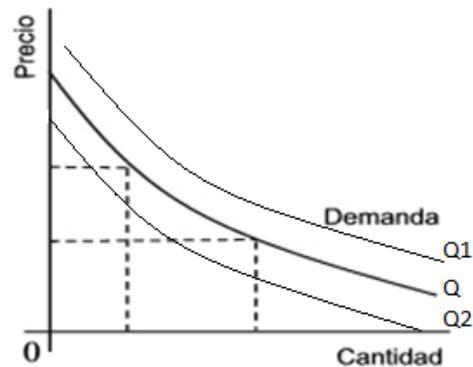
Los gobiernos también regulan las empresas, en algunos casos estas regulaciones pueden cambiar los costos de producción de las mismas y por consiguiente, afectan la oferta. Por ejemplo cuando el gobierno exige a las empresas incorporen características de seguridad a sus productos, el costo de elaboración del producto aumenta y por lo tanto disminuye la oferta.

### **2.1.3 Demanda**

Es una relación entre dos variables económicas:

- 1) El precio de un bien en particular y
- 2) La cantidad del bien que los consumidores están dispuestos a comprar a ese precio durante un periodo específico, si todas los demás factores permanecen constantes. En resumen es la relación entre el precio y la cantidad demandada (Taylor 2004).

Según Parkin y Loria (2010), la ley de demanda establece que; si los demás factores permanecen constantes, cuanto más alto sea el precio de un bien, menor será la cantidad demandada de dicho bien, y cuanto más bajo sea el precio de un bien, mayor será la cantidad demandada del mismo (Figura 11).



Fuente: elaboración propia con datos de Economía. WS  
**Figura 11.** Curva de la demanda.

#### 2.1.4 Factores que determinan la demanda

- Precios de bienes relacionados: que pueden ser los productos sustitutos y complementarios.

Productos sustitutos: son bienes que pueden utilizarse en lugar de otro; por ejemplo, un viaje en autobús es un sustituto de un viaje en tren.

Productos complementarios: es un bien que se utiliza en conjunto con otro, las hamburguesas y las papas fritas son complementos entre sí.

- Precios esperados en el futuro: si se espera que el precio de un bien aumente en el futuro y dicho bien puede almacenarse, el costo de oportunidad de obtener el bien para su uso futuro es menor hoy, de lo que será, cuando el precio haya aumentado.

- Ingreso: el ingreso de los consumidores también influye en la demanda. Cuando el ingreso aumenta, los consumidores compran más de casi todos los bienes; cuando este disminuye, los consumidores compran menos de cualquier bien.
- Ingreso esperado en el futuro y crédito: cuando se espera que el ingreso aumente en el futuro o cuando el crédito es fácil de obtener, la demanda podría aumentar en el presente.
- Población: la demanda también depende del tamaño y la distribución por edades de la población. Cuanto más grande sea la población, mayor será la demanda de todos los bienes y servicios; cuanto menos numerosa sea la población, menor será la demanda de todos los bienes y servicios.
- Gustos y preferencias: la demanda depende también de las preferencias, las cuales, determinan el valor que la gente le da a cada bien y servicio. La preferencia depende de cosas como el clima, la información y la moda.

### **2.1.5 Producción**

Creación de un bien o servicio mediante la combinación de factores necesarios para conseguir satisfacer la necesidad creada. (La gran enciclopedia de economía 2012)

La producción es la actividad económica que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios, es decir, consiste en la creación de productos o servicios y, al mismo tiempo, la creación de valor.

### **2.1.6 Factores que Determinan la Producción.**

La tierra

El factor tierra, en sentido amplio, se refiere al conjunto de recursos naturales empleados en el proceso de producción. Comprende la tierra propiamente dicha, el agua, el aire, las plantas, los animales, los minerales y las fuentes de energía. La tierra tiene recursos naturales; localización geográfica utilizada para procesos productivos de bienes comunes.

## El capital

Los recursos que se emplean para producir bienes y servicios constituyen el capital. Se pueden distinguir 3 clases:

- Capital físico: Es el formado por los elementos materiales tangibles: edificios, materias primas, etc.
- Capital humano: Es la educación y formación profesional de los empresarios y trabajadores de una empresa.
- Capital financiero: Es el dinero que se necesita para formar una empresa y mantener su actividad.

## Tecnología

La tecnología se refiere al Know How o el cómo hacer u obtener un producto a partir de ciertos insumos; indica una combinación de materiales, técnicas y conocimientos para llegar a un resultado esperado. Existen muchas formas de hacer algo y en consecuencia, diversas tecnologías. Entre las formas más comunes de clasificar a la tecnología se tiene:

- Producción manual: Aquella en que el ser humano proporciona fuerza y el manejo de las herramientas.
- Producción mecanizada: Aquella en la que la maquinaria proporciona la fuerza y el ser humano las herramientas.
- Producción tecnificada: Aquella en la que la máquina proporciona la fuerza y controla las herramientas (Wikipedia, 2012).

## **Tipos de Sistemas de Producción**

Sipper, Bulfin (1998), Los sistemas de producción en la sociedad moderna son sobresalientes. Estos sistemas forman la base para construir y mejorar la fortaleza y vitalidad económica de un país. La tarea de desarrollar y operar sistemas de

producción crece en complejidad cuando las culturas se enriquecen, crean nuevos conceptos y necesidades que deben satisfacerse, propiciando con ello que se desarrollan nuevos procesos y tecnologías que hacen más complejas las formas de organización de los recursos humanos, financieros, materiales, técnicos para producir más y mejores productos y servicios.

Históricamente han surgido cuatro importantes sistemas de producción: el antiguo, el feudal, el europeo, y el americano.

**Antiguo:** se encuentran evidencia de los sistemas antiguos desde 5000 a.C. cuando los sacerdotes sumerios comenzaron a registrar inventarios, préstamos y transacciones de impuestos. Más adelante Alrededor de 4000 a.C. los egipcios aplicaron conceptos de administración (planeación, organización y control a juzgar por sus grandes proyectos de construcción de pirámides y estructuras similares. A los persas se debe la idea de un salario mínimo y la de responsabilidad administrativa, lo cual se reporta en el código Hamurabi de 1800 a. c. Otros instrumentos del sistema antiguo son el principio de excepción, y la selección de los trabajadores según la tarea a realizar, principios aportados por los hebreos; los chinos usaron la especialización, planeación, organización y el control de la producción dentro de los sistemas de gobierno; y los griegos introdujeron las bases para la estandarización del trabajo.

**Feudal:** En este sistema, la absoluta autoridad del emperador, rey o reina sobre los bienes y personas, delegado a la nobleza a cambio de la lealtad al reino. Esta clase dominante entregaba a su vez, tierras y autoridad a señores de menor alcurnia sucesivamente hasta los hombres libres y siervos. De esta forma a cambio de poder y protección las personas organizaron sus recursos para producir bienes y servicios

**Europeo:** este sistema surgió durante el Renacimiento, cuando la idea central era el desarrollo cultural, que en Italia afectaría la industrialización y los sistemas de producción. En este sistema se usan herramientas como los libros de partida doble y la contabilidad de costos. Durante la revolución industrial se gesta el desarrollo de

métodos agrícolas más eficientes, donde se utilizaba menos tierra y menos campesinos para producir los alimentos. En 1776 Adam Smith, planteó los fundamentos teóricos de división del trabajo en su libro *The Wealth of Nations (La riqueza de la Naciones)*.

**Americano:** El uso de partes intercambiables, la aplicación de la energía mecánica movida por vapor o combustibles y la especialización de la mano de obra promovió la aparición de este sistema cerca el año 1800. Este modelo fue precedido por la revolución industrial y surgió como consecuencia del alto crecimiento de la población y la demanda de bienes y servicios. Las empresas requerían de nuevas máquinas capaces de reproducirse así mismas para aumentar la productividad (mecanización y automatización); lo cual, tuvo como resultado al sistema americano que tuvo un impacto en el desarrollo posterior de los sistemas de producción, siendo la base de los sistemas de producción en masa y las líneas de ensamble.

### **2.1.7 Sistema de Producción**

Es cualquier actividad que produzca algo, pero de manera más formal; es aquello que toma un insumo y lo transforma en una salida o producto con valor inherente. Por ejemplo una empresa de lápices, el insumo es la materia prima; en este caso la madera, el grafito y la pintura. Donde la transformación consiste en cortar la madera en hojas, lijarla, hacer las ranuras, agregar las puntillas, unir las hojas, cortar en forma de lápiz y por último pintar el lápiz terminado, los lápices son las salidas.

Los sistemas de producción se dividen en dos clases: manufactura y de servicio.

- En la manufactura los insumos y los productos por lo general son tangibles y con frecuencia la transformación es física.
- Los sistemas de producción orientados a los servicios pueden tener insumos/productos intangibles, como la información.

## 2.2 Herramientas de análisis

### 2.2.1 Costos variables totales

Los costos variables totales muestran la relación existente entre los costos de la empresa por sus insumos variables y su producción. Si la producción de ésta fuera cero, no habría necesidad de alquilar o adquirir insumos variables, por lo que, en esa producción los costos, variables totales son cero. Pero para producir producto, se hace necesario la utilización de insumos variables. Cuanto mayor sea la producción, son mayores las cantidades de insumos usadas y mayores los costos variables totales (Barajas, 1982).

Ferguson y Gould (7, pp. 134), señalan que, una función de producción es una relación o cuadro, o ecuación matemática que indica la cantidad máxima de producción que se pueden obtener con un conjunto de insumos determinados, dado la tecnología o el “estado del arte” existente.

Una función de producción o de respuesta puede ser expresada de la manera siguiente:

$$Y = f (X_1, X_2, \dots, X_i),$$

Donde:

Y= Producto

F= Función

$$Y = f (X_1, X_2, \dots, X_i) = \text{Cantidades de insumos}$$

El producto marginal (PMg) de un factor es el incremento de producto o la producción añadida por la aplicación de una unidad más de ese factor, manteniéndose constantes las cantidades aplicadas de los demás factores. Algebraicamente:

$$PMg = \frac{dy}{dx_1}$$

### 2.2.2 Correlación

Según Gujarati (9, pp. 8, 105, 150), el análisis de correlación es conceptualmente muy distinto del análisis de regresión, aunque está muy relacionado con él. Su objetivo primordial es medir la fuerza o grado de asociación lineal entre dos variables. El coeficiente de correlación mide esta fuerza de la asociación lineal.

En el caso de dos variables, se define el valor como el coeficiente de correlación y mide el grado de asociación (lineal) entre dos variables, y puede ser positivo o negativo. Para el caso de tres o más variables, el coeficiente de correlación múltiple es denotar por (R) y es una medida del grado de asociación entre (Y) y todas las variables explicativas conjuntamente.

En el caso de dos variables, el (r) siempre tiene un significado muy directo; mide el grado de asociación (lineal) entre la variable dependiente (Y) y la variable explicativa (X). Pero para el caso de más de dos variables, debemos prestar mayor atención a la interpretación del coeficiente de correlación simple. O sea, ¿mide realmente el verdadero grado de asociación entre (Y) y ( $X_2$ ) cuando una variable ( $X_3$ ) puede estar asociada con ambas?, ¿el coeficiente de regresión ( $B_2$ ) mide realmente la verdadera pendiente de (Y) con respecto a ( $X_2$ ) cuando ( $X_3$ ) está presente en el modelo? En general, ( $r_{12}$ ) coeficiente de correlación simple, no tiende a reflejar el verdadero grado de asociación entre (Y) y ( $X_2$ ) en presencia de ( $X_3$ ); es decir, que tiende a dar una impresión falsa de la naturaleza de asociación entre (Y) y ( $X_2$ ), lo que se requiere es un coeficiente de correlación que sea indispensable de la influencia que pudiera existir de ( $X_3$ ) en ( $X_2$ ) y en (Y). Tal coeficiente es el de correlación parcial, conceptualmente es similar al coeficiente de regresión parcial.

Así tenemos:

$r_{12.3}$  = coeficiente de correlación parcial entre (Y) y ( $X_2$ )

$r_{13.2}$  = coeficiente de correlación parcial entre (Y) y ( $X_3$ ), manteniéndose ( $X_2$ ) constante.

$R_{23.1}$  = coeficiente de correlación parcial entre  $(X_2)$  y  $(X_3)$  manteniéndose  $(Y)$  constante.

Para tener más claro su interpretación, veamos en siguiente ejemplo, supongamos que:

$Y$  = Producto de la cosecha

$X_2$  = Lluvia

$X_3$  = Temperatura

Supongamos que  $r_{12} = 0$ , es decir, que no hay asociación entre el producto de la cosecha  $(Y)$  y las lluvias  $(X_2)$ ;  $(r_{12.3})$  no será cero a medida que  $(r_{13})$  o  $(r_{23})$  o ambas sean cero. Si  $(r_{13})$  es positivo y  $(r_{23})$  es negativo, el  $(r_{12.3})$  será positivo. Es decir que, manteniendo constante la temperatura, hay una asociación positiva entre cosecha y lluvia, aunque este resultado es sorprendente. Dado que la temperatura  $(X_3)$  afecta a ambos, el producto de la cosecha  $(Y)$  y las lluvias  $(X_2)$ , para poder encontrar la relación neta entre cosecha y lluvia debemos remover la influencia de la variable perturbadora temperatura. Este ejemplo indica cómo puede desorientar el coeficiente de correlación simple. La  $(r_{12.3})$  y  $(r_{12})$  y comparaciones similares, no tienen porque tener el mismo signo.

Hemos visto los coeficientes de correlación simple o de orden cero  $(r_{12}, r_{13}$  y  $r_{23})$  y las correlaciones parciales o de primer orden  $(r_{12.3}, r_{13.2}, r_{23})$ . En el caso de  $(k)$  variables tendremos;  $k(k-1)/2$  coeficientes de correlación simple. Estas pueden escribirse en una matriz de correlación  $(R)$ , de la siguiente manera:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & \dots & r_{1k} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & \dots & r_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{k1} & r_{k2} & r_{k3} & \dots & r_{kk} \end{bmatrix}$$
  

$$\begin{bmatrix} 1 & r_{12} & r_{13} & \dots & r_{1k} \\ r_{21} & 1 & r_{23} & \dots & r_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{k1} & r_{k2} & r_{k3} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Donde el subíndice 1 denota la variable dependiente (Y), ( $r_{12}$ ) es el coeficiente de correlación (Y) y ( $X_2$ ), y así sucesivamente y donde el coeficiente de una variable con respecto a ella misma es siempre uno ( $r_{11} = r_{22} = \dots = r_{kk} = 1$ ).

A partir de la matriz de correlación (R), se puede obtener los coeficientes de correlación parcial.

### 2.2.3 Correlación Simple, Regresión Lineal y Regresión simple

En una muestra o en una población se puede estudiar a los individuos en atención a la variación simultánea de 2 o más características. El estudio de la variación simultánea de 2 o más características pueden hacerse por medio del estudio de la Correlación y de la Regresión.

## **Correlación simple**

La correlación simple estudia la variación simultánea de dos variables, el término se debe a Karl Pearson y se usa para indicar aquellos casos en que los cambios de una variable van asociados por cambios de otra variable, existiendo una relación concreta entre dichas variables. Cuando las dos variables se mueven juntas, tal como cuando se da un aumento en una de ellas y ocurre un incremento en la otra variable, se establece que ambas están correlacionadas positivamente. Si el aumento de una variable coincide con una disminución de la otra, se dice que las dos variables están correlacionadas negativamente.

Si no hay relación entre las dos variables se dice que son independientes o que no están correlacionadas.

Es de importancia el conocimiento de la asociación de dos caracteres, porque tiene un valor predictivo, es decir, conociendo la correlación se puede estimar el valor de una variable, conociendo el valor de alguna de ellas.

Existen varios métodos para determinar la correlación; a continuación se describe los dos siguientes:

### 1.- Diagrama de dispersión.

Es un método gráfico que indica la dispersión de los valores determinados por la variable X y la variable Y. Si los puntos definidos por X y Y. Considerando los cuatro cuadrantes numerados en el sentido al movimiento de las manecillas de un reloj, si los puntos se distribuyen en una línea recta la correlación es positiva y perfecta. Los puntos se dispersan en los cuadrantes 2 y 4; sugiere una correlación positiva. Si el número de valores fuera infinitamente grande los puntos se dispersarían en un área elíptica, tanto más estrecha cuanto más asociados o correlacionados estén los caracteres.

Si los puntos se dispersan en los cuatro cuadrantes y cuando el número de valores es infinitamente grande, los puntos se dispersan en un círculo; y el diagrama indicaría no correlación entre las variables X y Y.

## 2.- Coeficiente de correlación

El coeficiente es un valor que indica el grado de asociación entre las dos variables.

Varios casos son posibles:

El valor del coeficiente de correlación es cero o estima a cero. Las variables son independientes, no hay correlación.

El valor del coeficiente es de +1. Hay una correlación positiva y perfecta.

El valor del coeficiente es de -1 hay una correlación perfecta y negativa.

Valores 0 a +1 y de 0 a -1 sugieren cierto grado de asociación. Si la muestra fue tomada al azar de una población será necesario plantear y probar la hipótesis que dicha muestra fue tomada de una población cuyas variables o caracteres están correlacionados.

En una población de seres vivos, o de objetos, cuyos caracteres cuantitativos están correlacionados, el símbolo del coeficiente de correlación se representa por la letra griega  $\rho$  (rho); el estadístico que estima a  $\rho$  se simboliza por  $r$  y se calcula con las siguientes fórmulas:

$$r = \frac{\sum(X - \bar{x}) (Y - \bar{y})}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}} = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

$(x - \bar{x})$  = x desviación de la variable x

$(y - \bar{y})$  = y desviación de la variable y.

$xy$  = producto de las desviaciones

$\sum xy$  = sumas de los productos

$\sum x^2$  = suma de los cuadrados de las desviaciones de X.

$\sum y^2$  = suma de los cuadrados de las desviaciones de Y.

$$\sum x^2 = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

$$\sum y^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$$

$$\sum xy = \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}$$

n = Número de pares

n-2 = Grados de libertad (G. L.)

Las hipótesis que se plantean:

H<sub>0</sub> p = 0 No hay correlación

H<sub>A</sub> p ≠ 0 Hay correlación

La H<sub>0</sub> se rechaza y se acepta la H<sub>A</sub> sí:

|r| ≥ r<sub>α</sub>(G.L) obtenida de valores tabulados.

### **Regresión lineal**

Kmenta (10, pp. 231), señala que la teoría económica se ocupa fundamentalmente de las relaciones entre variables. Todo el cuerpo de la teoría económica puede considerarse como una colección de relaciones entre variables. La econometría se ocupa de las diferencias de las proposiciones teóricas contempladas en estas relaciones y de la estimación de los parámetros que aparecen en ella.

Definimos una relación entre las variables (X) e (Y) como el conjunto de todos los valores de (X) e (Y) caracterizados por una ecuación determinada, por ejemplo:

$$y = \alpha + \beta x$$

Donde (α) y (β) son constantes, la relación entre (X) e (Y) es el conjunto (x, y) formado por todos los valores positivos de (X) e (Y) que satisfacen la ecuación. Por lo general, la forma de la ecuación que la caracteriza da el nombre a la realización

correspondiente, por ejemplo, una ecuación lineal describe una relación lineal, una ecuación exponencial describe una relación exponencial. Y así sucesivamente.

De acuerdo con Gujarati (9, pp. 11), el análisis de regresión trata de la dependencia de una variable, la variable dependiente, en una o más variables, las variables independientes o explicativas, con el propósito de estimar o predecir la media o valor promedio (poblacional) de la variable dependiente con base en los valores fijos o conocidos (en muestras repetidas) de las variables explicativas).

Así, posiblemente, el análisis de regresión constituye el instrumento estadístico más útil al investigar economista.

Mason, (2001). El término regresión fue dada por Galton para explicar fenómenos biológicos de la asociación de dos variables en la cual una variable X se le llama independiente y a Y variable dependiente, lo que en matemáticas también se conoce como Y es una función de X.

El uso de la regresión es muy amplio en biología, química, medicina, agronomía, etc. Generalmente se usa la regresión para predecir Y conociendo X; o bien para conocer la relación entre las dos variables; relación entre progenitores y progenie, etc.

La regresión se mide por medio del coeficiente de regresión. En una población se simboliza con  $\beta$  y en una muestra con b. Su valor indica lo que en promedio se incrementa Y al aumentar X la unidad. Se calcula con la expresión siguiente:

$$b_{Y/X} = b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

El término  $b_{Y/X} = b$  se lee regresión de Y sobre X en donde Y es la variable dependiente y X la independiente.

El valor del coeficiente  $\underline{b}$  también es la pendiente de una línea recta que pasa por  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ . La ecuación de la línea recta está determinada por la fórmula;

$$\hat{Y} = \bar{y} + b(x - \bar{x})$$

$\hat{Y}$  = Valor teórico de la ordenada de la línea de regresión.

Y = valor observado de la variable dependiente.

$Y - \hat{Y}$  = Desviación de regresión = y

$$\sum Y - \hat{Y} = 0$$

$\bar{y}$  = Promedio de la variable dependiente.

b = Pendiente de la línea de regresión de la muestra o coeficiente de regresión que estima a  $\beta$ .

$\bar{x}$  = Promedio de la variable independiente.

x = Cualquier valor de la variable independiente.

### **Regresión Simple**

La forma más simple de relación estocástica entre las variables (X) e (Y) recibe el nombre de modelos de regresión lineal simple (ecuación de regresión, función de regresión son sinónimos) y se expresan de la forma siguiente:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + E_i$$

En el análisis de regresión interesa estimar una función de regresión, es decir, estimar los valores de las incógnitas ( $\beta_0$ ) y ( $\beta_1$ ) con base en las observaciones de (Y) y (X).

Aunque se conozcan que variables entre las omitidas son relevantes y se incluyen en una regresión múltiple, es posible que no existan datos sobre ellas. Es muy común en el análisis empírico que los datos que se desean tener no se encuentran disponibles; o sea, ocurre a menudo que no se encuentre información sobre determinada variable, lo cual, obliga a excluirla del modelo, independientemente, de su relevancia teórica en la explicación del comportamiento de la variable dependiente. Además, si se consideran varias variables ; por ejemplo, que el gasto de consumo sea una función del número de miembros de la familia ( $X_2$ ), la educación ( $X_3$ ), la religión ( $X_4$ ), el sexo ( $X_5$ ), la ubicación geográfica ( $X_6$ ); es muy posible que la

influencia conjunta de todas o algunas de estas variables sea insignificante o quizás aleatoria y que desde el punto de vista práctico o de costos, no justifiquen su introducción explicativa en el modelo. Cuando esto sucede, el efecto combinado de todas estas variables, puede ser tratado como una variable aleatoria.

Aún teniendo éxito en la inclusión de todas las variables en el modelo, no deja de existir cierta aleatoriedad intrínseca en (Y), que a pesar de grandes esfuerzos no puede ser explicada. De esta manera, los términos estocásticos pueden reflejar la citada aleatoriedad.

Es preferible tener un modelo de regresión lo más simple posible. Si se puede explicar el comportamiento de (Y) por medio del coeficiente de determinación con dos o tres variables y si además, la teoría sustentada no es suficiente sólida como para cubrir otras variables, ¿para qué influir más variables? Lo que cabe es representar a todas las demás variables mediante el término estocástico. Las variables importantes no se deben excluir si se quiere mantener un modelo de regresión sencillo.

La estimación de los parámetros del modelo de regresión se puede considerar como si se tratase de estimar los parámetros de la distribución de probabilidad de la variable dependiente ( $Y_i$ ). El problema de estimar los parámetros de regresión, equivalente a la estimación de la media de ( $Y_i$ ) puede resolverse a través de varios métodos de estimación.

El método más usado es el de los cuadros mínimos ordinarios. Este método (CMO) es uno de los métodos más eficaces y populares de análisis de regresión. El principio de la estimación por mínimos cuadrados consiste en minimizar la suma de los cuadrados de las desviaciones de los valores observados respecto a su media; o sea, que hay que hallar el valor de la media que haga lo más pequeño posible la suma mencionada.

Recordando que

$$Y_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + e_i$$

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i$$

$$= \hat{Y}_i + e_i$$

Donde  $\hat{Y}_i$  es el valor estimado (media condicional) de  $Y_i$ . También se puede expresar

$$e_i = \hat{Y}_i - Y_i$$

$$= Y_i + \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_i,$$

Lo que demuestra que los ( $e_i$ ) los residuos son similares las diferencias entre los valores verdaderos y los estimados de ( $Y$ ).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_i,$$

Veremos ahora la bondad del ajuste de la línea de regresión ajustada al conjunto de datos, es decir, trataremos de encontrar en que medida se ajusta la línea de regresión a los datos. El coeficiente de determinación ( $r^2$ ) es una medida resumen que indica que tan exactamente la línea de regresión se ajusta a los datos.

Para el cálculo del coeficiente de determinación; partimos de la forma de desviación

$$Y_i = \hat{y}_i + e_i,$$

Elevando al cuadrado ambos lados del último término.

$$\Sigma y^2 = \beta_1^2 \Sigma X_i^2 + \Sigma e_i^2$$

La suma de los cuadrados de la expresión anterior puede describirse de la manera siguiente:

$$\Sigma Y_i^2 = \Sigma (Y_i - \bar{Y})^2 + \Sigma \hat{Y}_i^2 - 2 \Sigma \hat{Y}_i \bar{Y} + \Sigma \bar{Y}^2$$

$$\Sigma y^2 = \Sigma (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 + \Sigma X_i^2$$

Es la variación de los valores estimados de ( $Y$ ) con respecto a su media ( $\hat{Y} - \bar{Y}$ ) y que se conoce con el nombre de suma de cuadros debida a la regresión (debida a las variables explicativas), o también explicada por las regresión, o simplemente suma explicada de cuadros (SEC). El término  $\Sigma e_i^2$  = variación o no explicada de los

valores de (Y) con respecto a la línea de regresión, o simplemente la suma residual de cuadros (SRC). Luego entonces,

$$STC = SEC + SCR,$$

Que nos muestra que la variación de los valores observados de Y alrededor de su media pueden ser partidos en dos, uno atribuible a la línea de regresión y otro a las fuerzas aleatorias en razón de que no todas las observaciones reales de (Y) caen sobre la línea de regresión.

Que definimos como:

$$r^2 = \frac{SEC}{STC}$$

El  $r^2$  (para regresión simple y  $R^2$  para la regresión múltiple) mide la proporción o porcentaje de la variación total en Y explicada por el modelo de regresión. Sus límites son  $0 \leq 1$ . Un  $r^2$  de 1 quiere decir ajuste perfecto, mientras que un  $r^2$  de 0 quiere decir que no hay relación entre las variables dependientes y las variables explicativas.

El problema de la prueba de hipótesis estadística se puede plantear mediante la siguiente interrogante ¿es un hecho u observación compatible con alguna hipótesis, o si no lo es?, en otras palabras, si está lo suficientemente cerca del valor hipotético, de manera que nos lleve a aceptar la hipótesis que queremos analizar.

La hipótesis se define como un supuesto que hace referencia a la población. Los supuestos que no se pretenden contrastar se denominan hipótesis sostenidas, y consiste en todos los supuestos que estamos dispuestos a efectuar y a creer válidos. La situación habitual consiste en el hecho de que estamos convenciendo de que los supuestos se cumplen al menos de forma aproximada, de modo que las hipótesis sostenidas son casi correctas. Los supuestos restantes, sujetos a verificación se denominan hipótesis contrastables y consiste normalmente en afirmaciones relativas al valor de algún parámetro de la población. En la teoría estadística este tipo de hipótesis reciben el nombre de hipótesis nula, ya que implica que no existe diferencia

entre el verdadero valor del parámetro de la población y el que se supone en la hipótesis.

La hipótesis propuesta o hipótesis sometida a análisis se conoce como hipótesis nula y se designa con el símbolo  $H_0$ .

#### **2.2.4 Cuantificación de variables**

Algunos de los fenómenos que se observan no se pueden medir, y lo único que se puede hacer es contarlos. Esto ocurre con todas las características cualitativas de los objetivos, de las personas, de los periodos de tiempo, etc. En estos casos, la observación consiste en señalar si una característica determinada se halla presente o no.

Respecto a la cuantificación de estas variables conceptuales o cualitativas, se indica, que es posible cuantificar algunas, de tal forma que, para cada elección que dispone se les designe un número donde en ciertos casos, estos números pueden considerarse como si realmente la variable en referencia tomara un valor para propósitos de su análisis en un modelo de regresión. La cuantificación de tales variables debe basarse en determinados supuestos, los cuales, serían objeto de verificación con los resultados obtenidos en el modelo de regresión. Tal sería el ejemplo, si el agricultor recibe créditos o no, o si aplica fertilizante o no.

Lo anterior sería el método para considerar variables dicotómicas, que normalmente se utiliza en la cuantificación de las variables conceptuales.

Podemos asignar el valor de uno a la presencia del atributo en cuestión, y el valor de cero a su ausencia y tenemos que considerar estas variables limitadas a estos dos valores, ahora, no es necesario que los dos valores sean cero y uno. Si se quiere se puede elegir cualquier otro par de valores para representar la presencia y ausencia de un determinado atributo. Este tipo de variables se les llama ficticias, artificiales, dicotómicas, binarias, cualitativas, categóricas o indicadoras.

En el análisis de regresión sucede con frecuencia que la variable dependiente está influenciada no solo por variables cuantificables (por ejemplo, ingreso, producto, precios y costos), sino también, por variables que son de naturaleza cualitativa (sexo, color, nacionalidad, acontecimientos políticos y cambios en la política económica de estudio).

En economía a menudo nos encontramos con modelos en los que algunas variables son dicotómicas y otras son cuantitativas. El uso de las técnicas con variables dicotómicas es muy débil.

### **2.2.5 Coeficiente de Determinación. ( $R^2$ )**

Es un valor que se calcula con el cuadrado del valor del coeficiente de correlación y se expresa en porcentaje.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Descripción del objeto de estudio

El área de estudio de esta investigación se realizó en la Región Totonacapan ubicada en la parte norte del estado de Veracruz; limita al norte con la región Huasteca Baja; al sur, con la región del Nautla; al oeste, con los estados de Hidalgo y Puebla; y al este, con el Golfo de México. Ocupa una extensión de 4,359.44 km<sup>2</sup> lo que corresponde al 5.97% de la superficie total del estado de Veracruz; está integrada por 15 municipios (Figura 12).

#### 3.2 Localización de la Región Totonacapan



Fuente: <http://portal.veracruz.gob.mx>

**Figura 12.** Mapa de la Región Totonacapan.

La zona vainillera se concentra en cinco municipios; Cazones, Gutiérrez Zamora, Papantla, Tecolutla y Tihuatlan, en los cuales se aplicaron las encuestas a los

productores de este cultivo. Destacando que también se trabajó en dos municipios que no pertenecen a esta región; Misantla y San Rafael que cuentan con las mismas características climatológicas y ambientales en las que se adapta esta orquídea.

### **3.3 Variables de Estudio**

Hasta ahora el sistema de producción de vainilla bajo naranjo representa la mejor alternativa en términos de rendimiento para los productores. La vainilla bajo naranjo registró un rendimiento máximo de 1.2 ton ha<sup>-1</sup> con lo que superó el rendimiento obtenido por el sistema de producción en malla sombra de 435 kg. Con base en el conocimiento tradicional de los productores, los factores más importantes que determinan el buen desarrollo de las vainas de vainilla, en el sistema de producción bajo naranjo son: la nutrición (21%), la humedad atmosférica (19%) y la polinización (16%). Mientras que para el sistema de producción en malla sombra son: la nutrición (20%), la temperatura (15%) y humedad (14%).

Los rendimientos de los “vainillales” son extremadamente variables, ya que dependen de la edad de la planta, densidad de plantación, método de cultivo (tradicional o tecnificado), fuente de humedad (temporal o riego), de las características del suelo y clima del sitio de plantación, y del manejo del cultivo por parte del productor. En tutor naranjo, el rendimiento varía de 925 a 2,500 kg/ha, pero la mayoría de los productores obtienen una tonelada. También se ha registrado que, el mayor rendimiento de frutos por planta se obtiene en plantas desarrolladas en tutor naranjo, ya que una planta en su plena producción produce en promedio 1.87 kg de frutos y hasta un máximo de 5.50 kg.

De 2000 a 2007 la superficie cosechada y el rendimiento de vainilla registraron una TCMA de 0.14 % y 13.2 % (SAGARPA–SIAP, 2008). La variabilidad de la producción de vainilla en el tiempo se explica por el carácter cíclico del cultivo (está en función de la renovación del vainillal y sus prácticas de manejo), producto de factores físicos, climáticos (precipitación, temperatura y humedad de la región) y los sistemas tradicionales de producción (Soto, 2006). El rendimiento tiene una tendencia positiva pero se considera bajo al usar como referencia el máximo logrado en plantaciones

tradicionales (1 t ha<sup>-1</sup>), lo cual, se atribuye a la falta de innovación tecnológica apropiada en los sistemas de producción; además, la tecnología que actualmente se transfiere no es compatible con las condiciones físico-ambientales, económicas y socio-culturales de la región del Totonacapan (Toussaint-Samat, 2002a). Existen cuatro sistemas de producción de vainilla que se diferencian por su nivel de tecnificación y las prácticas de manejo: bajo naranjo (*Citrus sinensis* L. Osbeck), en acahual (tradicional), en pichoco (*Eritrina* sp.) y el invernadero de malla sombra.

Para asegurar la producción de vainilla, en el periodo de floración se lleva a cabo la polinización manual, ya que el porcentaje de polinización natural es mínimo o inexistente (Castillo, 1989; Soto, 2006).

También se ha estimado que el resultado de la baja disponibilidad de nutrientes en el suelo propicia baja productividad en los cultivos (Boyer, 1982).

En el caso del cultivo de *Vanilla planifolia*, la producción de frutos está ligado a la disponibilidad de agua en la corta época de floración (Castro-Bobadilla y García-Franco, 2007). Sin embargo, solo el 8% de los productores de vainilla cuentan con recursos económicos para implementar su abasto mediante riego tecnificado en sus fincas, mientras que el 92% tienen cultivos en tierras sin riego (Sánchez, 1997). Esta es una de las posibles causas de la baja producción de frutos que en general se tiene en las parcelas, aunque, puede haber influencia de otros factores ambientales como la temperatura o la intensidad de luz (Curti, 1995; Challenger, 1998; Azcón-Bieto *et al.*, 2000).

### 3.4 Especificación del modelo

#### Tutor Cítrico

Se probó el modelo lineal para cada uno de los sistemas de producción

$$Y_{VMS} = \delta_0 + \delta_1 X_1 + \delta_2 X_2 + \delta_3 X_3 \dots + \delta_n X_n + \varepsilon_i$$

$i = 1, 2, \dots, 140$

Donde:

Y = Producción

$X_1$  = Edad de los productores

$X_2$  = Sexo

$X_3$  = Número de Arboles

$X_4$  = Costo Total

$X_5$  = Precio de empaque o envasado

$X_6$  = Experiencia en años

$X_7$  = El pago en base a calidad

$X_8$  = Edad de la plantación

$\varepsilon_i$  = Término aleatorio de error

#### Tutor Pichoco

$$Y_{VSP} = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha X_2 + \alpha_3 X_3 + \dots + \alpha_n X_n + \varepsilon_i$$

Y = Producción

$X_1$  = Sexo

$X_2$  = Costo total

$X_3$  = Edad de la plantación

$X_4$  = Precio de empaque o envasado

$X_5$  = El pago en base a calidad

$\varepsilon_i$  = Término aleatorio de error

### **Tutor Sombra Malla**

$$Y_{VMS} = \psi + \psi X_1 + \psi_2 X_2 + \psi_3 X_3 + \dots + \psi_n X_n + \varepsilon_i$$

$X_1$  = Edad del productor

$X_2$  = Experiencia en años

$X_3$  = Edad de la plantación

$X_4$  = Costo total

$X_5$  = Años de escolaridad

$X_6$  = El pago en base a calidad

$\varepsilon_i$  = Término aleatorio de error

### **3.5 Supuestos estadísticos y métodos de estimación**

De acuerdo con Theil (22, 258-263), cada una de las relaciones funcionales (38) a (41) cumplen con los supuestos clásicos del modelo de regresión.

Normalidad:  $\varepsilon_i$  se distribuye normalmente.

Media cero:  $E(\varepsilon_i) = 0$

Homocedasticidad:  $E \varepsilon_i^2 = \sigma^2$

no auto correlación:  $E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0 \quad i \neq j$

x no estocástica:  $X_1$  es una variable independiente, no estocástica con valores fijos en muestras repetidas, y tal que para todo tamaño muestral:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

Es un número finito distinto de cero.

### 3.6 Análisis de la Información

Los datos recabados para cada variable se organizaron para ser analizados en el programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences* versión 15) el cual, es una herramienta para realizar el análisis de información económica y obtener resultados con valores estadísticos.

En el mismo programa se corrió el modelo para obtener la correlación de la variable dependiente con las variables independientes.

Posteriormente, se obtuvo con los mismos datos la regresión lineal, obteniendo los valores de cada variable como la  $R^2$  de cada uno de los modelos y la B, el error estándar y la significación.

A partir del comportamiento de las variables mostrado en las figuras, análisis de la posición de cada elemento a comparar, se identificaron la significación de cada una de las variables para contrastar las hipótesis de la investigación y de ello derivar las conclusiones.

$$R^2 \text{ (Coeficiente de Determinación)} = r^2 \times 100$$

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Análisis de Indicadores

A continuación se presentan los resultados obtenidos al analizar el comportamiento de las variables de tres sistemas de producción: El primer sistema Cítrico, se obtuvo el modelo de estimación, verificación de prueba de hipótesis, se compararon los índices de correlación entre las variables independientes para ubicar aquellos con altos índices de correlación y por último se obtuvo la elasticidad para cada variable independiente; el mismo procedimiento se realizó para los otros 2 tutores Pichoco y Sombra Malla.

A continuación se presentan cada uno de los modelos analizados:

##### 4.1.1 Tutor Cítricos

$$Y_{VMS} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \varepsilon_i$$

$$i = 1, 2, \dots, 140$$

Donde:

Y = Producción

$X_1$  = Edad de los productores

$X_2$  = Sexo

$X_3$  = Número de Árboles

$X_4$  = Costo Total

$X_5$  = Precio de empaque o envasado

$\varepsilon_i$  = Término aleatorio de error

Modelo estimado

$$Y = 20.131 + .774X_1 + 19.629X_2 + .044X_3 + .034X_4 \pm 2.377X_5 + \varepsilon_i$$

(1.773)      (1.107)      (1.390)      (8.611)      (-2.694)

Indicadores estadísticos que muestra el modelo econométrico utilizado en que se interpreta el fenómeno bajo estudio (calculados en la computadora en el programa SPSS) (Figura13):

**ANOVA<sup>b</sup>**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	256001.959	5	51200.392	21.149	.000 <sup>a</sup>
	Residual	193676.620	80	2420.958		
	Total	449678.578	85			

a. Variables predictoras: (Constante), Precio\_empaque, Sexo, Num\_arboles, Edad, Costo\_total

b. Variable dependiente: Produccion

Fuente: Datos del programa SPSS del tutor Cítrico

**Figura 13.** Análisis de varianza.

F de la tabla.....3.06

Prueba de F ..... .0001

R<sup>2</sup>..... .542

El coeficiente de determinación, R<sup>2</sup> = .542, indica que la variación de las variables independientes explican en un 54% la variación de producción. Lo expuesto significa que otros factores que no entraron en el modelo pueden estar relacionados con el comportamiento de la variable dependiente. Es probable que en este resultado hayan influido errores de medición de alguna variable y otras causas de carácter aleatorio. Se aceptan estadísticamente cinco variables que pueden explicar el comportamiento de la variable dependiente en esa magnitud porcentual, que tiene una buena cantidad de observaciones para cada variable.

Verificación. Prueba de hipótesis

Prueba de "F" para la significancia total de la regresión

Hipótesis

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_5 = 0$$

$H_A$  : Cuando menos una ( $\beta_j$ ), o una combinación lineal de los ( $\beta_j$ )'s es diferente de cero.

Estadístico;

$$F = \frac{SCR/K}{SCE/(n - k - 1)} \sim F(k), (n - k - 1)$$

Regla de decisión: Si  $F_c > F_t \therefore$  se rechaza  $H_0$

$$F_c = \frac{256001.959/5}{193676.62/80} = \frac{51200.3918}{2420.95775} = 21.149$$

$$F_{tabla}[5, (80)] \quad \alpha = 0.01 \quad = 3.06$$

Dado que  $F_c > F_t$  ( $21.149 > 3.06$ ), se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significancia estadística ( $\alpha$ ) igual a 0.01. Por lo que el conjunto de variables incluidas en el modelo explican de manera significativa la variación de la variable dependiente. La prueba de (F) indica que el modelo en general tiene buen ajuste (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Prueba de (t) para la significancia estadística de cada parámetro tutor cítrico**

Parámetro	T para $H_0 : \beta_j = 0$	P R :V  T
Ordenada al origen	,450	0,654
$X_1$	1,773	0,080
$X_2$	1,107	0,272
$X_3$	1,390	0,168
$X_4$	8,611	0,000
$X_5$	-2,694	0,009

Fuente: Elaboración propia

Prueba de “t” para la relevancia de cada parámetro estimado (Cuadro 9).

Hipótesis:

$$H_0 = \beta = 0$$

$$H_A = \beta \neq 0$$

Estadístico

$$t = \frac{\hat{\beta}_j - 0}{S_{\hat{\beta}}} = \frac{\hat{\beta}_j}{S_{\hat{\beta}_j}} \sim t_{(n-k-1)}$$

Regla de decisión: Si  $t_c > t_t \therefore$  se rechaza  $H_0$ .

1.- Variable  $X_1$  (Edad del Productor)

Hipótesis:

$$H_0: \beta_1 = 0$$

$$H_A: \beta_1 > 0$$

$$T_c = \frac{.774}{.437} = 1.771$$

$$T_t = [80 \quad \alpha = (0.025)] = 1.990$$

Dado que  $t_c < t_t$  ( $1.771 < 1.990$ ) se acepta la hipótesis de que el parámetro  $\beta_1 = 0$  a un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0.025$ . O sea, la variable edad del productor no es relevante y no explica las variaciones de producción. Sin embargo, considerando la naturaleza técnica, socioeconómica y comercial del fenómeno que se estudia que es la producción de vainilla, se concede en la práctica una mayor tolerancia al criterio de la precisión representado por alfa hasta 0.10. Con ello tenemos entonces que:

$$T_c = \frac{.774}{.437} = 1.771$$

$$T_t = [80 \quad \alpha = (0.10)] = 1.292$$

Y entonces:

Dado que  $t_c > t_t$  ( $1.771 > 1.292$ ) se rechaza la hipótesis de que el parámetro  $\beta_1 = 0$  a un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0.10$ . O sea, que la variable edad del productor es relevante y explica las variaciones de producción.

## 2.- Variable $X_2$ (Sexo)

$$T_c = \frac{19.629}{17.728} = 1.107$$

$$T_t = [80 \quad \alpha = (0.025)] = 1.990$$

Dado que  $t_c < t_t$  ( $1.107 < 1.990$ ) se acepta la hipótesis de que el parámetro  $\beta_1 = 0$  a un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0.025$ . O sea, la variable sexo no es relevante y no explica las variaciones de producción. Sin embargo, considerando la naturaleza técnica, socioeconómica y comercial del fenómeno que se estudia que la producción de vainilla, se concede en la práctica una mayor tolerancia al criterio de la precisión representado por el alfa hasta 0.25. Con ello tenemos que:

$$T_c = \frac{19.629}{17.728} = 1.107$$

$$T_t = [80 \quad \alpha = (0.25)] = 0.677$$

Y entonces:

Dado que  $t_c > t_t (1.107 > 0.677)$  se rechaza la hipótesis de que el parámetro  $\beta_1 = 0$  a un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0.25$ . O sea, que la variable sexo es relevante y explica las variaciones de producción.

### 3.- Variable $X_3$ (Número de árboles)

$$T_c = \frac{.044}{.032} = 1.375$$

$$T_t = [80 \quad \alpha = (0.025)] = 1.990$$

Dado que  $t_c < t_t (1.375 < 1.990)$  se acepta la hipótesis de que el parámetro  $\beta_1 = 0$  a un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0.025$ . O sea, la variable Número de árboles no es relevante y no explica las variaciones de producción. Sin embargo, considerando la naturaleza técnica, socioeconómica y comercial del fenómeno que se estudia que la producción de vainilla, se concede en la práctica una mayor tolerancia al criterio de la precisión representado por el alfa hasta 0.25. Con ello tenemos que:

$$T_c = \frac{.044}{.032} = 1.375$$

$$T_t = [80 \quad \alpha = (0.25)] = 0.677$$

Y entonces:

Dado que  $t_c > t_t (1.375 > 0.677)$  se rechaza la hipótesis de que el parámetro  $\beta_1 = 0$  a un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0.25$ . O sea, que la variable número de árboles es relevante y explica las variaciones de producción.

### 4.- Variable $X_4$ (Costo total)

$$T_c = \frac{.034}{.004} = 8.5$$

$$T_t = [80 \quad \alpha = (0.025)] = 1.990$$

Dado que  $t_c > t_t$  ( $8.5 > 1.990$ ) se rechaza la hipótesis de que el parámetro  $\beta_1 = 0$  a un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0.025$ . O sea, la variable Costo total es relevante y explican las variables de producción.

5.- Variable  $X_5$  (Precio de empaque o envasado)

$$T_c = \frac{-2.377}{.882} = -2.695$$

$$T_t = [80 \quad \alpha = (0.025)] = 1.990$$

Dado que  $t_c > t_t$  ( $-2.695 > 1.990$ ) se rechaza la hipótesis de que el parámetro  $\beta_1 = 0$  a un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0.025$ . O sea, la variable Precio de empaque o envasado es relevante y explican las variables de producción.

**Cuadro 9. Valores de “t” para la relevancia de cada parámetro estimado tutor cítrico**

Variable	Parámetro	$t_{calculada}$	t tabla
$X_1$	$\beta_1$	1,771	( $\alpha=0,10$ )=1,292
$X_2$	$\beta_2$	1,107	( $\alpha= 0,25$ )=0.677
$X_3$	$\beta_3$	1,375	( $\alpha= 0,25$ )=0.677
$X_4$	$\beta_4$	8,5	( $\alpha=0,05$ )=1,664
$X_5$	$\beta_5$	-2,695	( $\alpha=0,05$ )=1,664

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2 Tutor Pichoco

$$Y_{VSP} = \theta_0 + \theta_1 X_1 + \theta X_2 + \theta X_3 + \varepsilon_i$$

$$i = 1,2,\dots,140$$

Donde:

Y = Producción

$X_1$  = Sexo

$X_2$  = Costo total

$X_3$  = Edad de la plantación

$\varepsilon_i$  = Terminio aleatorio de error

Modelo estimado

$$Y = -86.472 + 15.156X_1 + .047X_2 + 31.900X_3 + \varepsilon_i$$

(12.983)      (.007)      (9.713)

$i=1,2,\dots,140$

Indicadores estadísticos que muestran en que el modelo econométrico utilizado interpreta el fenómeno bajo estudio (calculados en la computadora en el programa SPSS) (Figura 14):

ANOVA<sup>b</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	62393.621	3	20797.874	19.880	.000 <sup>a</sup>
	Residual	44985.504	43	1046.175		
	Total	107379.125	46			

a. Variables predictoras: (Constante), edad\_plantacion, sexo, costo\_total

b. Variable dependiente: produccion

Fuente: Con datos del programa SPSS de tutor Pichoco

**Figura 14.** Análisis de varianza.

F de la tabla.....3.94

Prueba de F .....0.0001

$R^2$ ..... .552

El coeficiente de determinación,  $R^2 = .552$ , indica que la variación de las variables independientes explican en un 55% la variación de producción. Lo expuesto significa que otros factores que no entraron en el modelo pueden estar relacionados con el

comportamiento de la variable dependiente. Es probable que en este resultado hayan influido errores de medición de alguna variable y otras causas de carácter aleatorio. Se aceptan estadísticamente tres variables que pueden explicar el comportamiento de la variable dependiente en esa magnitud porcentual, que tiene una buena cantidad de observaciones para cada variable.

Verificación. Prueba de hipótesis

Prueba de “F” para la significancia total de la regresión

Hipótesis

$$H_0 : \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = 0$$

$H_A$  : Cuando menos una  $(\theta_j)$ , o una combinación lineal de los  $(\theta_j)$ 's es diferente de cero.

$$F = \frac{SCR/K}{SCE/(n - k - 1)} \sim F(k), (n - k - 1)$$

Regla de decisión: Si  $F_c > F_t \therefore$  se rechaza  $H_0$

$$F_c = \frac{62393.621/3}{44985.504/43} = \frac{20797.8737}{1046.1745} = 19.8799$$

$$F_t[3 (43)] \alpha = 0.01 = 3.94$$

Dado que  $F_c > F_t$  ( $19.8799 > 3.94$ ), se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significancia estadística ( $\alpha$ ) igual a 0.01. Por lo que el conjunto de variables incluidas en el modelo explican de manera significativa la variación de la variable dependiente. La prueba de (F) indica que el modelo en general tiene buen ajuste (Cuadro 10).

**Cuadro 10. Prueba de (t) para la significancia estadística de cada parámetro tutor Pichoco**

Parámetro	T para $H_0 : \theta_j = 0$	P R :V  T
Ordenada al origen	-3,553	0,001
$X_1$	1,167	0,250
$X_2$	6,837	0,000
$X_3$	3,284	0,002

Fuente: Elaboración propia

Prueba de “t” para la relevancia de cada parámetro estimado (Cuadro 11).

Regla de decisión: Si  $t_c > t_t \therefore$  se rechaza  $H_0$ .

1.- Variable  $X_1$  (Sexo)

Hipótesis:

$$H_0: \beta_1 = 0$$

$$H_A: \beta_1 > 0$$

$$T_C = \frac{15.146}{12.983} = 1.167$$

$$F_t[43 \alpha = (0.025)] = 2.016$$

Dado que  $t_c < t_t$  ( $1.167 < 2.016$ ) se acepta la hipótesis de que el parámetro  $\theta_1 = 0$  a un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0.025$ . O sea, la variable sexo no es relevante y no explica las variaciones de producción. Sin embargo, considerando la naturaleza técnica, socioeconómica y comercial del fenómeno que se estudia que la producción de vainilla, se concede en la práctica una mayor tolerancia al criterio de la precisión representado por el alfa hasta 0.25. Con ello tenemos que:

$$T_c = \frac{15.146}{12.983} = 1.167$$

$$F_t[43 \alpha = (0.25)] = 0.680$$

Y tenemos:

Dado que  $t_c > t_t$  ( $1.167 > 0.680$ ) se rechaza la hipótesis de que el parámetro  $\theta_1 = 0$  a un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0.25$ . O sea, que la variable sexo es relevante y explica las variaciones de producción.

2.- Variable  $X_2$  (Costo Total)

$$T_c = \frac{.047}{.007} = 6.714$$

$$F_t[43 \alpha = (0.025)] = 2.016$$

Dado que  $t_c > t_t$  ( $6.714 > 2.016$ ) se rechaza la hipótesis de que el parámetro  $\theta_1 = 0$  a un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0.025$ . O sea, la variable costo total es relevante y explican las variables de producción.

3.- Variable  $X_2$  (Edad de la plantación)

$$T_c = \frac{31.900}{9.713} = 3.284$$

$$F_t[43 \alpha = (0.025)] = 2.016$$

Dado que  $t_c > t_t$  ( $3.284 > 2.016$ ) se rechaza la hipótesis de que el parámetro  $\theta_1 = 0$  a un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0.025$ . O sea, la variable edad de la plantación es relevante y explican las variables de producción.

**Cuadro 11. Valores de “t” para la relevancia de cada parámetro estimado tutor pichoco**

Variable	Parámetro	$t_{calculada}$	$t_{tabla}$
$X_1$	$\theta_1$	1,167	( $\alpha=0,10$ )=0,680
$X_2$	$\theta_2$	6,714	( $\alpha= 0,05$ )=1,681
$X_3$	$\theta_3$	3,284	( $\alpha=0,05$ )=1,681

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3 Tutor Sombra Malla

$$Y_{VMS} = \delta_0 + \delta_1 X_1 + \delta_2 X_2 + \delta_3 X_3 + \delta_4 X_4 + \varepsilon_i$$

$$i = 1, 2, \dots, 140$$

Donde:

Y = Producción

$X_1$  = Edad del productor

$X_2$  = Experiencia en años

$X_3$  = Edad de la plantación

$X_4$  = Costo total

$\varepsilon_i$  = Término aleatorio de error

Modelo estimado

$$Y = -242.182 + .413X_1 + 2.855X_2 + 19.334X_3 + .068X_4 + \varepsilon_i$$

(.275)      (.304)      (9.309)      (.006)

Indicadores estadísticos que muestran en que el modelo econométrico utilizado interpreta el fenómeno bajo estudio (calculados en la computadora en el programa SPSS) (Figura 15):

**ANOVA<sup>b</sup>**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	26717.127	4	6679.282	176.398	.006 <sup>a</sup>
	Residual	75.730	2	37.865		
	Total	26792.857	6			

a. Variables predictoras: (Constante), Costo\_total, Experiencia\_años, Edad, EdadPlantacion

b. Variable dependiente: Produccion

Fuente: Con datos del programa SPSS de tutor Sombra Malla

**Figura 15.** Análisis de varianza.

F de la tabla.....7.01

Prueba de F .....0.006

R<sup>2</sup>..... .992

El coeficiente de determinación, R<sup>2</sup> = .992, indica que la variación de las variables independientes explican en un 99% la variación de producción. Lo expuesto significa que estos factores incluidos explican casi en su totalidad el comportamiento de la variable independiente.

Verificación. Prueba de hipótesis

Prueba de “F” para la significancia total de la regresión

Hipótesis

Regla de decisión: Si  $F_c > F_t \therefore$  se rechaza  $H_0$

$$F_c = \frac{26717.127/4}{75.730/2} = \frac{6679.28175}{37.865} = 176.3972$$

$$F_{tabla}[4. (2)] \quad \alpha = 0.01 \quad = 7.01$$

Dado que  $F_c > F_t$  ( $176.3972 > 7.01$ ), se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significancia estadística ( $\alpha$ ) igual a 0.01. Por lo que el conjunto de variables incluidas

en el modelo explican de manera significativa la variación de la variable dependiente. La prueba de (F) indica que el modelo en general tiene buen ajuste (Cuadro 12).

**Cuadro 12. Prueba de (t) para la significancia estadística de cada parámetro sombra malla**

Parámetro	T para $H_0 : \delta_j = 0$	P R :V  T
Ordenada al origen	- 8,745	0,013
$X_1$	1,500	0,272
$X_2$	9,375	0,011
$X_3$	2,077	0,173
$X_4$	11,601	0,007

Fuente: Elaboración propia

Prueba de “t” para la relevancia de cada parámetro estimado (Cuadro 13).

Hipótesis:

Regla de decisión: Si  $t_c > t_t \therefore$  se rechaza  $H_0$ .

1.- Variable  $X_1$  (Edad del Productor)

Hipótesis:

$$T_c = \frac{.413}{.275} = 1.502$$

$$F_t[2 \alpha = (0.025) ] = 4.303$$

Dado que  $t_c < t_t$  ( $1.502 < 4.303$ ) se acepta la hipótesis de que el parámetro  $\delta_1 = 0$  a un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0.025$ . O sea, la variable edad del productor no es relevante y no explica las variaciones de producción. Sin embargo, considerando la naturaleza técnica, socioeconómica y comercial del fenómeno que se estudia que

la producción de vainilla, se concede en la práctica una mayor tolerancia al criterio de la precisión representado por el alfa hasta 0.25. Con ello tenemos que:

$$T_c = \frac{.413}{.275} = 1.502$$

$$F_t[2 \ \alpha = (0.25) ] = 0.816$$

Y tenemos:

Dado que  $t_c > t_t$  ( $1.502 > 0.816$ ) se rechaza la hipótesis de que el parámetro  $\delta_1 = 0$  a un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0.25$ . O sea, que la variable edad del productor es relevante y explica las variaciones de producción.

2.- Variable  $X_2$  (Experiencia en años)

$$T_c = \frac{2.855}{.304} = 9.391$$

$$F_t[2 \ \alpha = (0.025) ] = 4.303$$

Dado que  $t_c > t_t$  ( $9.391 > 4.303$ ) se rechaza la hipótesis de que el parámetro  $\delta_1 = 0$  a un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0.025$ . O sea, la variable experiencia en años es relevante y explican las variables de producción.

3.- Variable  $X_3$  (Edad de la plantación)

$$T_c = \frac{19.334}{9.309} = 2.077$$

$$F_t[2 \ \alpha = (0.025) ] = 4.302$$

Dado que  $t_c > t_t$  ( $2.077 < 4.302$ ) se acepta la hipótesis de que el parámetro  $\delta_1 = 0$  a un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0.025$ . O sea, la variable edad de la plantación no es relevante y no explica las variaciones de producción. Sin embargo, considerando la naturaleza técnica, socioeconómica y comercial del fenómeno que se estudia que la producción de vainilla, se concede en la práctica una mayor tolerancia al criterio de la precisión representado por el alfa hasta 0.10. Con ello tenemos que:

$$T_c = \frac{19.334}{9.309} = 2.077$$

$$F_t[2 \ \alpha = (0.10) ] = 1.885$$

Y tenemos:

Dado que  $t_c > t_t (2.077 > 1.885)$  se rechaza la hipótesis de que el parámetro  $\delta_1 = 0$  a un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0.10$ . O sea, que la variable edad de la plantación es relevante y explica las variaciones de producción.

4.- Variable  $X_4$  (Costo total)

$$T_c = \frac{.068}{.006} = 11.33$$

$$F_t[2 \ \alpha = (0.025) ] = 4.303$$

Dado que  $t_c > t_t (11.33 > 4.303)$  se rechaza la hipótesis de que el parámetro  $\delta_1 = 0$  a un nivel de significancia estadística  $\alpha = 0.025$ . O sea, la variable costo total es relevante y explican las variables de producción.

**Cuadro 13. Valores de “t” para la relevancia de cada parámetro estimado tutor sombra malla**

Variable	Parámetro	t <sub>calculada</sub>	t tabla
$X_1$	$\delta_1$	1,502	( $\alpha=0,25$ )= 0,816
$X_2$	$\delta_2$	9,391	( $\alpha= 0,05$ )= 2,920
$X_3$	$\delta_3$	2,077	( $\alpha= 0,10$ )= 1,885
$X_4$	$\delta_4$	11,33	( $\alpha= 0,05$ )= 2,920

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Análisis económico

### 4.2.1 Coeficiente de correlación

La matriz de correlación parciales se utilizó para detectar las variables que debían complementarse en el modelo empírico de regresión, de acuerdo con los índices de correlación entre cada uno de los factores, entre variables independientes y variable dependiente.

Además, se compararon los índices de correlación entre las variables independientes para ubicar aquellos con altos índices de correlación y evitar problemas de multicolinealidad para más detalle (ver en las figuras 14, 15 y 16).

**Cuadro 14. Factores que presentan mayor correlación con la producción del tutor cítrico**

<b>Variab Independientes</b>	<b>Coeficiente de Correlación</b>	<b>Sig. Lateral (N)</b>
Edad	0,258	0,01685*
Superficie	0,868	0,00087**
Número de árboles	0,315	0,00386**
Costo nutritivo	0,344	0,00187**
Costo de plagas y enfermedades	0,359	0,00185**
Costo de malezas	0,502	0,00087**
Costo de polinización	0,732	0,00087**
Costo de cosecha	0,508	0,00087**
Costo de poda	0,337	0,00186**
Costo total	0,700	0,00087**
Rendimiento (producción unitaria)	0,949	0,00087**

Fuentes: Elaboración propia

De acuerdo con el cuadro anterior, la variable rendimiento (producción unitaria) está íntimamente correlacionada de manera significativa con las siguientes variables:

superficie, costo de polinización, costo total, costo cosecha, costo de malezas, costo de plagas y enfermedades, costo nutritivo, costo de poda, número de árboles y edad del productor.

**Cuadro 15. Factores que presentan mayor correlación con la producción del tutor pichoco**

<b>Variables Independientes</b>	<b>Coefficiente de Correlación</b>	<b>Sig. Lateral (N)</b>
Superficie	0,748	0,00047**
Costo de plagas y enfermedades	0,309	0,03746*
Costo de malezas	0,644	0,00047**
Costo de polinización	0,537	0,00047**
Costo de cosecha	0,752	0,00047**
Costo de poda	0,560	0,00047**
Costo total	0,679	0,00047**
Rendimiento (producción unitaria)	0,922	0,00047**

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el cuadro anterior, la variable rendimiento (producción unitaria) está íntimamente correlacionada de manera significativa con las siguientes variables: superficie, costo de cosecha, costo total, costo de malezas, costo de poda, costo de polinización, costo de plagas y enfermedades.

**Cuadro 16. Factores que presentan mayor correlación con la producción del tutor sombra malla**

<b>Variables Independientes</b>	<b>Coefficiente de Correlación</b>	<b>Sig. Lateral (N)</b>
Superficie	0,973	0,0007**
Número de árboles	0,858	0,0137*
Costo de cosecha	0,847	0,0167*
Costo total	0,929	0,0031**
Rendimiento (producción unitaria)	0,934	0,002**

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el cuadro anterior, la variable rendimiento (producción unitaria) está íntimamente correlacionada de manera significativa con las siguientes variables: superficie, costo total, número de árboles y costo cosecha.

#### 4.2.2 Elasticidad

La manera más adecuada, para este caso, es comparar los factores en términos porcentuales, es decir, mediante la influencia relativa de los citados factores sobre la producción. Se obtuvieron los coeficientes de elasticidad para cada variable (Ver cuadro 17, 18 y 19).

$$Y = \alpha + \beta X \quad \text{FUNCION}$$

$$\varepsilon = \frac{\beta X}{Y} = \frac{\beta X}{\alpha + \beta X} = \text{ELASTICIDAD}$$

$$f' = \beta \quad \text{PRIMERA DERIVADA}$$

**Cuadro 17. Importancia relativa de los diferentes factores del tutor Cítricos**

Variable	Coficiente Elasticidad
X <sub>1</sub> Edad	0,5660
X <sub>2</sub> Sexo	0,0281
X <sub>3</sub> Número de arboles	0,1398
X <sub>4</sub> Costo total	1,4596
X <sub>5</sub> Precio de empaque o envasado	-1,4757

Fuente: Elaboración propia

#### Cítricos

1.- Variable X<sub>1</sub> (Edad del productor)

$$Y = 20.131 + .774 * 53.58 = 61.60$$

$$\varepsilon = \frac{.774 * 53.58}{73.27} = 0.5660$$

Ante un aumento de edad del productor en 1%, la producción aumenta en 0.56%.

## 2- Variable $X_2$ (Sexo)

$$Y = 20.131 + 19.629 * 0.105 = 22.19$$

$$\varepsilon = \frac{19.629 * 0.105}{73.27} = 0.0281$$

La elasticidad significa que cuando la variable sexo del productor toma el valor de mujer, se da un incremento en la producción en 0.02%.

## 3.- Variable $X_3$ (Número de árboles)

$$Y = 20.131 + 0.044 * 232.87 = 30.37$$

$$\varepsilon = \frac{0.044 * 232.87}{73.27} = 0.1398$$

La elasticidad estimada significa que ante un incremento en 1% del número de árboles, estos, aumentarán la producción en 0.13%.

## 4.- Variable $X_4$ (Costo total)

$$Y = 20.131 + 0.034 * 3145.64 = 127.08$$

$$\varepsilon = \frac{0.034 * 3145.64}{73.27} = 1.4596$$

Ante un aumento del costo total en 1%, la producción aumenta en 1.45%.

## 5.- Variable $X_5$ (Precio de empaque o envasado)

$$Y = 20.131 + (-2.377) * 45.488 = -87.99$$

$$\varepsilon = \frac{-2.377 * 45.488}{73.27} = -1.4757$$

La elasticidad calculada para el precio de empaque o envasado en 1%, indica que disminuye en la producción en -1.47%.

**Cuadro 18. Importancia relativa de los diferentes factores del tutor Pichoco**

Variable	Coficiente Elasticidad
X <sub>1</sub> Sexo	0,1956
X <sub>2</sub> Costo total	1,93
X <sub>3</sub> Edad de la plantación	27,81

Fuente: Elaboración propia

## **Pichoco**

### 1.- Variable X<sub>1</sub> (Sexo)

$$Y = -86.472 + 15.146 * 0.83 = -73.90$$

$$\varepsilon = \frac{15.146 * 0.83}{65.25} = 0.1956$$

La elasticidad significa que cuando la variable sexo del productor toma el valor de mujer, se da un incremento en la producción en 0.19%.

### 2.- Variable X<sub>2</sub> (Costo total)

$$Y = -86.472 + 0.047 * 2692.13 = 40.05$$

$$\varepsilon = \frac{0.047 * 2692.13}{65.25} = 1.93$$

Ante un aumento del costo total en 1%, la producción aumenta en 1.93%.

### 3.- Variable X<sub>3</sub> (Edad de la plantación)

$$Y = -86.472 + 31.900 * 0.872 = -58.65$$

$$\varepsilon = \frac{31.900 * 0.872}{65.25} = 27.81$$

Significa que ante un aumento de edad de la plantación en 1%, la producción aumenta en 27.81%.

**Cuadro 19. Importancia relativa de los diferentes factores del tutor Sombra Malla**

Variable	Coficiente Elasticidad
X <sub>1</sub> Edad	0,134
X <sub>2</sub> Experiencia en años	0,1856
X <sub>3</sub> Edad de la plantación	0,8892
X <sub>4</sub> Costo total	2,2835

Fuente: Elaboración propia

### **Sombra Malla**

1.- Variable X<sub>1</sub> (Edad de producción)

$$Y = -242.182 + 0.413 * 46.43 = -223.006$$

$$\varepsilon = \frac{0.413 * 46.42}{142.85} = 0.134$$

Ante un aumento de edad del productor en 1%, la producción aumenta en 0.13%.

2.- Variable X<sub>2</sub> (Experiencia en años)

$$Y = -242.182 + 0.413 * 9.29 = -238.34$$

$$\varepsilon = \frac{2.855 * 9.29}{142.85} = 0.1856$$

La elasticidad calculada para la experiencia en años indica que en un aumento de 1%, incide en un aumento de producción 0.28%

3.- Variable X<sub>3</sub> (Edad de la plantación)

$$Y = -242.182 + 19.334 * 6.57 = -115.15$$

$$\varepsilon = \frac{19.334 * 6.57}{142.85} = 0.8892$$

Significa que ante un aumento de edad de la plantación en 1%, la producción aumenta en 0.88%.

4.- Variable  $X_4$  (Costo total)

$$Y = -242.182 + 0.068 * 4797.14 = 84.02$$

$$\varepsilon = \frac{0.068 * 4797.14}{142.85} = 2.2835$$

Ante un aumento del costo total en 1%, la producción aumenta en 2.28%.

## CAPITULO V

### CONCLUSIÓN

#### 5.1 CONCLUSIÓN

Una vez realizada la presente investigación se determinó que:

1. La producción y rendimiento del cultivo de la vainilla bajo las condiciones agroclimáticas y socioeconómicas de la región de Totonacapan, Veracruz, depende de diversos factores, los cuales, fueron analizados.

2. Se identificaron las variables que influyeron sobre la producción del cultivo de vainilla en los tres sistemas de producción.

3. Se corrieron y analizaron tres modelos econométricos que explican el comportamiento de la producción de vainilla (*planifolia* A.)

Por lo que se concluye que los objetivos planteados para la presente fueron alcanzados.

En relación a la hipótesis planteada para la presente investigación, expresada como sigue:

Se puede concluir después de la revisión de los resultados de los modelos econométricos y sus respectivas pruebas que:

Modelo 1. Para el sistema de producción del tutor cítrico se analizaron las siguientes variables: edad de los productores, sexo, número de árboles, costo total, precio de empaque o envasado, experiencia en años, pago en base a calidad y edad de la plantación. De todas ellas las más significativas fueron aceptadas como variables explicativas de la producción de vainilla la edad de los productores, sexo, número de árboles, costo total y precio de empaque o envasado.

Modelo 2. Para el sistema de producción del tutor pichoco se analizaron las siguientes variables sexo, costo total, edad de la plantación, precio de empaque o envasado y pago en base a calidad. De todas ellas, las más significativas fueron aceptadas como variables explicativas de la producción de vainilla; sexo, costo total, edad de la plantación

Modelo 3. Para este sistema de producción del tutor sombra malla se analizaron las siguientes variables: edad del productor, experiencia en años, edad de la plantación, costo total, años de escolaridad y pago en base a calidad. De todas ellas fueron las más significativas aceptadas como variables explicativas de la producción de vainilla la edad del productor, experiencia en años, edad de la plantación y costo total.

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron en los modelos estadísticos de los modelos econométricos propuestos para los sistemas de producción de vainilla, según el sistema de tutoraje, que fueron Cítricos, Pichoco y Sombra malla: dado, que los tres sistemas de producción fueron diferentes de cero, por lo tanto, se acepta la hipótesis  $H_1$ .

## BIBLIOGRAFIA

- ASERCA**, 2002. La vainilla una tradicion con alto potencial. Revista Claridades No. 101. 44 p. Bouriquet G. 1954. Le vanillier a la vanille. Encyclopedie Biologique. Editions Paul Lechevalier. Paris. 746 p.
- Azcón-Bieto**, J. y M. Talon. 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. McGraw-Hill, Madrid, España.
- Barajas**, C.R. 1982. Determinación de los costos de producción, del cultivo de maíz en el area de plan puebla. Tesis de maestria en ciencias. Chapingo, México 19p.
- Berger**, R.G. 2007. Flavours and Fragrances Chemistry, Bioprocessing and Sustainability. Springer Berlin Heidelberg. 648 p.
- Bory**, S; Grisoni, M; Duval, M.F.; Besse, P. 2008. Biodiversity and preservation of vanilla: present state of knowledge. Genet. Resour. Crop. Evol. 55: 551-571.
- Brownell Jr.** R.J. 2011. Fair trade – The future of Vanilla?, 107-116 pp. *En*: Havkin-Frenkel D. and Belanger F.C. (Eds.). Handbook of Vanilla Science and Technology, First Edition, Blackwell Publishing Ltd.
- Cárdenas**, J. & I. Casimiro. 2002. Fundamentos de economía. Trillas: México 2002.
- Castillo** M., R., y E. Mark Engleman. 1993. Caracterizacion de dos tipos de *Vanilla Planifolia*. Acta Botanica. Instituto de Ecologia A.C. Diciembre. No. 025. Patzcuaro. Mexico. pp: 49-59.
- Castro-Bobadilla** G. y J. G. Garcia-Franco. 2007. Vainilla (*Vanilla planifolia Andrews*) crop systems used in the Totonacapan Area of Veracruz, Mexico: Biological and productivity evaluation. Journal of Food, Agriculture & Environment 5:136-139.
- Challenger**, A. 1998. Utilizacion y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO, México, D.F., MEX.
- Colegio** de posgraduados, Mujeres Productoras de Vainilla Aromática de Ayototxco SC. s/f. Vainilla en sistemas intensivos. [http://www.cofupro.org.mx/cofupro/archivo/fondo\\_sectorial/Puebla/4puebla.pdf](http://www.cofupro.org.mx/cofupro/archivo/fondo_sectorial/Puebla/4puebla.pdf). (17, Octubre, 2014).

- Curti, D. E.** 1995. Cultivo y beneficio de la vainilla. Fondo Regional de Solidaridad de Totonacoan, Papantla, Veracruz, MEX.
- Dressler, L. R.** 1981. The orchids: Natural history and classification. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- Dressler, L. R.** 1990. The Orchids. Natural History and classifications. Smithsonian Institution, Harvard University, Boston, USA.
- Dressler, L. R.** 1994. The anomaly of silicon in plant biology. Proceedings of the National Academy of Sciences 91:11-17.
- Duval, M.F;** Bory, S; Andrzejewski, S; Grisoni, M; Besse, P. Causse, S; Charon, C; Dron, M; Odoux, E; Wong, M. 2006. Diversité génétique des vanilliers Dans leurs zones de dispersion secondaire. Les Actes du BRG. 6: 181-196.
- Ferguson, C. E.** (1975). "Teoria Microeconomia", F.C.E. México.
- Financiera** Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero. 2014. Panorama de la vainilla. Mexico D. F. 2 p.
- Fischer, L.;** Espejo, J. y G. Hill, (2004) *Mercadotecnia*, Tercera Edición. México. Pág. 243.
- Geetha, S. y Shetty, A.** 2000. *In vitro* propagation of *Vanilla planifolia*, a tropical orchid. Current Science. 79(6): 886-889.
- Gigant, R., S. Bory, M. Grisoni, y P. Besse.** 2011. Biodiversity and evolution in the *Vanilla* genus. En: O. Grillo, y G. Venora, editores, The dynamical processes of biodiversity - case studies of evolution and spatial distribution. InTech, FR. p. 1-26.

- Gujarati**, Damudar. *Econometría básica*. Editorial McGraw-Hill. Colombia. 1981.
- Heizer** y Render s/f *Principios de Administración de operaciones*, México. Pag. 15.
- Hernández** H.J. 2011. Production of vanilla - Agricultural systems and curing, 1-25 pp. *En*: Havkin-Frenkel D.K. and Belanger F.C. (Ed.). *Handbook of Vanilla Science and Technology*, First Edition, Blackwell Publishing Ltd
- Hernández** H.J., and Lubinsky P. 2010. Cultivation Systems, 75-95 pp. *En*: *Vanilla*. Ed. Eric Odoux and Michel Grisoni (Eds.). CRC Press, Boca Raton, FL.  
[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-13212014000100019&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-13212014000100019&script=sci_arttext)  
<https://es.scribd.com/doc/244297204/11/Factores-que-influyen-sobre-la-Oferta>
- INIFAP**, 2011. Hernández, H.J. Programa estratégico para el desarrollo rural sustentable de la regio sur-sureste de mexicana: trópico húmedo 2011.paquetes tecnológico Vainilla (*Vanilla planifolia* Jackson) <http://www.inifap.gob.mx/SitePages/inicio/tropico.aspx> (consulta 19 de octubre 2014).
- ITC** (International Trade Center). 2009. Spices Market News Service (MNS). Bulletin MNS issue August 2009. Geneva, Switzerland. 18 p.
- Janarthanam**, B. y Seshadri, S. 2008. Plantlet regeneration from leaf derived callus of *Vanilla planifolia* Andr. *In vitro* cell. Dev. Biol.-Plant. 44:84-89.
- Kalimuthu**, K; Senthilkumar, R; Murugalatha, N. 2006. Regeneration and mass multiplication of *Vanilla planifolia* Andr. – a tropical orchid. *Current Science*. 91(10): 1401-1403.
- Kmenta**, J. *Elementos de Econometría*. Editorial Vices Universidad. España. 1980.
- Kotler**, (2002). "*Dirección de Marketing*". Decimo Segunda Edición. México. Pág. 54.
- Mason**, R.D., Lind, D.A., Mrchal, W.G. (2001). *Estadística para administración y economía*. 10° ed. Alfaomega Grup Editor. Mexico. p 369-372.

**MIDEPLAN** (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica). 2010. Plan Nacional de Desarrollo 2011-2014 “María Teresa Obregón Zamora” (2010, San José, Costa Rica). MIDEPLAN, San José, Costa Rica.

**Monografía** de la vainilla, s/f.  
<http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMAGENES/ARCHIVOSPDF/ARCHIVOSDIFUSION/TAB4003236/VAINILLA2010.PDF> . Consultado el 28 de septiembre 2014.**Schettino**, M. 2002. Introducción a la Economía para no Economistas. Prentice Hall: México.

**Nicholson**, W. 1997. Teoría Microeconómica. Mc Graw Hill: Madrid.

**Núñez**, V.M. 2012. Determinación del punto de equilibrio de la producción de vainilla verde (vainilla spp.) en la Región Totonacapan, del Estado de Veracruz. Tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 41-46p.

**Parkin**, M. y Loria E. (2010). Microeconomía versión para Latinoamérica. 9ª ed. Pearson grupo editor. México. P 64.

**Perez**, M. G. 1983. Distribución radicular de la vainilla; *vanilla planifolia* A. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Estado de México, MEX.

**Philip**, V.J. y Nainar S.A.Z. 1986. Clonal propagation of *Vanilla planifolia* (Salisb.) Ames using tissue culture. *Journal of Plant Physiology*. 122:211-215.

**Pimental E.** 2008. Formacion y Evaluacion de Proyectos de Inversion pag. 37.

**PUPULÍN FA., QUESADA G.** 1999. Un nuevo siglo de orquídeas. Resumen del plan de asesoría y manejo para la conservación de orquídeas de Costa Rica. San José, Costa Rica. 72 p

**Quiroz**, C. B. S/F. Introducción a la economía. Primera edición.

**Ramírez C, Rapidel B, Matthey J.** 1999. Principales factores agronómicos restrictivos en el cultivo de la vainilla y su alivio en la zona de Quepos, Costa Rico. XI Congreso Nacional Agronómico. pp. 309 –313.

**Rosales** Alvares ramón Antonio 1961 la oferta de soya y cártamo en mexico tesis chapingo mexico diciembre de 1981 pag 54. 130

**SAGARPA.** S/f. ESTUDIO DE OPORTUNIDADES  
[http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios\\_promercado/VAINILLA.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/VAINILLA.pdf)

**Samuelson, P. & W. Nordhaus.** (2002). Economía. Mc Graw Hill: Madrid.

**Sanchez, E.D., E. Beck y K. Muller-Hohenstein.** 2005. Plan Ecology. Springer, Berlin. GER.

**Sanchez, M. S.** 1997. Características de los principales sistemas de producción comercial de vainilla, *Vanilla planifolia* Andrew en Mexico. Tesis de Maestría, Colegio de Posgraduados, Montecillos, Texcoco, MEX.

**Schlüter, P.M; Soto Arenas, M.A; Harris, S.A.** 2007. Genetic variation in *Vanilla planifolia* (Orchidaceae). Economic Botany. 61(4): 328–336.

**SIAC,** 2010. Vainilla: una opción productiva para el desarrollo económico de mujeres campesinas de la sierra nororiental del estado de puebla  
[http://www.siac.org.mx/docs/casos/memorias\\_casos\\_exitosos\\_campeche2010.pdf](http://www.siac.org.mx/docs/casos/memorias_casos_exitosos_campeche2010.pdf)  
Consultado el 29/10/14

**Sipper, D. y Bulfin, Jr. R. L.** (1998). Planeación y control de la producción. 1ª ed. Mc Graw Hill grupo editor. México. P1-7.

**Soto** Arenas, M.A. 2003. *Vanilla insignis*, pl. 700 en E. Hágsater y M.A. Soto Arenas (eds.). Orchids of Mexico, parts 2 and 3. Icones Orchidacearum fasc. 5-6. Herbario AMO. México D.F.

**Soto, A. M. A.** 2006. Vainilla: Los retos de un cultivo basado en una especie amenazada con una historia de vida compleja. Herbario AMO Mexico D.F. Páginas 26-28 en Consejo Veracruzano de la Vainilla, editores, Congreso internacional de Productores de Vainilla, Papantla, Veracruz, MEX.

**Soto, A. M. A.** 1990. Filogeografía y recursos GENETICOS DE LAS VAINILLAS DE Mexico. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/IngJ101.pdf>. Fecha de Consulta 10 de mayo 2006.

**Soto, M., y R. Dressler.** 2010. A revision of the Mexican and Central American species of *Vanilla Plumier ex Miller* with a characterization of their its region of the nuclear ribosomal DNA. *Lankesteriana* 9(3):285-354.

**Soto, M.A.** 1999. Filogeografía y recursos genéticos de las vainillas de México. Instituto Chinoin AC. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. J101. México D. F. 106 p.

**Taylor, J. B.** (2004). *Economía*. 2ª ed. Continental grupo editor. México. P 68-72.

**Velázquez, A. J.** 2007. Mex-19; Veracruz, quinto lugar nacional en deforestación. Biodiversity reporting award [URL:http://.biodiversityreporting.org/article.Sub?docId=254468c=Mexico&cref=Mexico&=2007date=March%202007](http://.biodiversityreporting.org/article.Sub?docId=254468c=Mexico&cref=Mexico&=2007date=March%202007). Fecha de consulta 10 de enero 2008.

**Velázquez, R. D.** 2004. La vainilla y su cultivo. Dirección general de Agricultura y Fitosanitaria, Gobierno del Estado, Xalapa, Veracruz, Mex.

**Viscencio, H.** 2002. *Economía para la toma de decisiones*. Thomson: México.

**Wikipedia**, la enciclopedia libre Mr. (2012, jul.). Las especies de Aloe más conocidas. Consultada el 18 de septiembre de 2012. <http://es.wikipedia.org/wiki/Aloe#Usos>

**ANEXO**

**A. CORRELACIÓN CITRICOS**

		EDAD	ESCOLARIDAD	SEXO	EXPERIENCIA	SUPERFICIE	ARBOLES	PLANTACION	PERCEPCION	COSTONUTRITIVO	COSTOPLAGYENFER	COSTOMALEZAS	COSTOPOLINIZACION	COSTOCOSECHA	COSTOPODA	COSTOTOTAL	RENDIMIENTOTOTAL	CALIDAD	PRECIOS	PRODUCCION	INGRESOS	
EDAD	Correlación de Pearson	1																				
	Sig. (bilateral)																					
	N	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
ESCOLARIDAD	Correlación de Pearson		1																			
	Sig. (bilateral)																					
	N	86	87	87	87	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
SEXO	Correlación de Pearson			1																		
	Sig. (bilateral)																					
	N	86	87	87	87	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
EXPERIENCIA	Correlación de Pearson				1																	
	Sig. (bilateral)																					
	N	86	87	87	87	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
SUPERFICIE	Correlación de Pearson					1																
	Sig. (bilateral)																					
	N	86	87	87	87	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
ARBOLES	Correlación de Pearson						1															
	Sig. (bilateral)																					
	N	85	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
PLANTACION	Correlación de Pearson							1														
	Sig. (bilateral)																					
	N	85	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
PERCEPCION	Correlación de Pearson								1													
	Sig. (bilateral)																					
	N	86	87	87	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
COSTONUTRITIVO	Correlación de Pearson									1												
	Sig. (bilateral)																					
	N	86	87	87	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
COSTOPLAGYENFER	Correlación de Pearson										1											
	Sig. (bilateral)																					
	N	85	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
COSTOMALEZAS	Correlación de Pearson											1										
	Sig. (bilateral)																					
	N	86	87	87	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
COSTOPOLINIZACION	Correlación de Pearson												1									
	Sig. (bilateral)																					
	N	86	87	87	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
COSTOCOSECHA	Correlación de Pearson													1								
	Sig. (bilateral)																					
	N	86	87	87	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
COSTOPODA	Correlación de Pearson														1							
	Sig. (bilateral)																					
	N	85	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
COSTOTOTAL	Correlación de Pearson															1						
	Sig. (bilateral)																					
	N	86	87	87	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
RENDIMIENTOTOTAL	Correlación de Pearson																1					
	Sig. (bilateral)																					
	N	86	87	87	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
CALIDAD	Correlación de Pearson																	1				
	Sig. (bilateral)																					
	N	36	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
PRECIOS	Correlación de Pearson																		1			
	Sig. (bilateral)																					
	N	86	87	87	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
PRODUCCION	Correlación de Pearson																			1		
	Sig. (bilateral)																					
	N	86	87	87	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
INGRESOS	Correlación de Pearson																				1	
	Sig. (bilateral)																					
	N	86	87	87	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86

Fuente. Datos del programa SPSS de tutor Cítricos.

Figura 16. Análisis de correlación.

## **ANEXO**

### **B. CORRELACIÓN PICHOCO**

		Correlaciones																			
		EDAD	ESCOLARIDAD	SEXO	EXPERIENCIA	SUPERFICIE	ARBOLES	PLANTACION	PERCEPCION	COSTONUT	COSTOPLAYENF	COSTOMALEZA	COSTOPOLINIZACION	COSTOCOSECHA	COSTOPODA	COSTOTOTAL	RENDIMIENTO	CALIDAD	PRECIO	PRODUCCION	PORCIONINGRESOS
EDAD	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1	-.606**	-.206	.474**	-.008	-.129	.193	.090	-.122	.077	.120	.081	-.115	.123	.094	-.085	-.185	-.033	-.079	-.092
		.47	.000	.164	.001	.957	.386	.194	.550	.420	.612	.423	.590	.440	.411	.530	.568	.272	.827	.595	.538
ESCOLARIDAD	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-.606**	1	.157	-.184	.030	.228	-.146	-.038	-.176	-.129	-.120	-.055	-.062	-.049	-.079	-.056	.082	.095	-.008	-.017
		.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47
SEXO	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-.206	.157	1	-.253	.171	-.186	-.080	.182	-.035	-.192	.107	.256	-.164	.199	.255	.041	.125	-.217	.056	.027
		.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47
EXPERIENCIA	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	.474**	-.184	-.253	1	.067	.112	.213	-.022	.056	-.012	.010	.051	-.064	.145	.053	-.135	-.140	-.007	-.072	.167
		.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47
SUPERFICIE	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-.008	.030	.171	.067	1	.291*	-.021	-.236	.091	.127	.562**	.754**	.702**	.752**	.760**	.509**	-.055	-.344*	.748**	-.021
		.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47
ARBOLES	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-.129	.228	-.186	.112	.291**	1	-.079	-.260	.109	.011	.093	-.157	-.137	.183	.135	.021	-.166	-.181	.115	-.097
		.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47
PLANTACION	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	.193	-.146	-.080	.213	-.021	-.079	1	.131	.207	.180	-.005	.091	.024	.129	.198	-.198	-.093	-.112	-.194	-.013
		.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47
PERCEPCION	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	.090	-.038	.182	-.022	-.236	-.260	.131	1	-.097	.262	.188	-.057	-.170	-.051	.045	.066	.033	.234	-.067	.010
		.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47
COSTONUT	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-.122	.176	-.035	.056	.091	.109	.207	-.097	1	-.146	.030	.015	-.123	.085	.292*	.139	.180	-.065	.069	.013
		.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.45	.45	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46
COSTOPLAYENF	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	.077	-.129	.192	-.012	.127	.011	.180	.262	.146	1	.540**	.190	.234	.079	.571**	.422**	-.127	-.180	.309*	-.070
		.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.45	.45	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46
COSTOMALEZA	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	.120	-.120	.107	.010	.562**	.093	-.005	.188	.030	.540**	1	.342*	.439**	.477**	.677**	.626**	-.181	-.149	.644**	-.014
		.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47
COSTOPOLINIZACION	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	.081	-.055	.256	.051	.754**	.157	.091	-.057	.015	.190	.342*	1	.613**	.657**	.823**	.369*	.048	-.281	.537**	-.036
		.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47
COSTOCOSECHA	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-.115	-.062	.164	-.064	.702**	.137	.024	-.170	.123	.234	.439*	.613**	1	.561**	.693**	.670**	-.043	-.356*	.752**	-.006
		.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47
COSTOPODA	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	.123	-.049	.199	.145	.752**	.183	.129	-.051	.085	.079	.477**	.657**	.561**	1	.722**	.409**	.022	-.252	.560**	-.138
		.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47
COSTOTOTAL	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	.094	-.079	.256	.053	.760**	.135	.198	.045	.292*	.571**	.677**	.823**	.693**	.722**	1	.601**	-.025	-.319*	.679**	-.013
		.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47
RENDIMIENTO	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-.085	-.056	.041	-.135	.509**	.021	-.198	.066	.139	.422**	.626**	.369*	.670**	.409**	.601**	1	-.096	-.185	.922**	-.057
		.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47
CALIDAD	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-.185	.082	.125	-.140	-.055	-.166	-.093	.033	.180	-.127	-.181	.048	-.043	.022	-.025	-.096	1	.236	-.084	.325**
		.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47
PRECIO	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-.033	.095	-.217	-.007	-.344*	-.181	-.112	.234	-.065	-.370	-.149	-.261	-.356*	-.252	-.319*	-.185	.236	1	-.246	.025
		.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47
PRODUCCION	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-.079	-.008	.056	-.072	.748**	.115	-.194	-.067	.069	.309*	.644**	.537**	.752**	.560**	.679**	.922**	-.084	-.246	1	-.090
		.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47
PORCIONINGRESOS	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-.092	-.017	.027	.167	-.021	-.097	-.013	.010	.013	-.070	-.014	-.036	-.006	.139	-.013	-.057	.325*	.025	-.090	1
		.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47

Fuente. Datos del programa SPSS de tutor Pichoco

Figura 17. Análisis de correlación.

## **ANEXO**

### **C. CORRELACIÓN SOMBRA MALLA**

		EDAD	ESCOLARIDAD	SEXO	EXPERIENCIA	SUPERFICIE	ARBOLES	EDADPLANTACION	PERCEPCION	COSTONUTRITIVO	COSTOPLAGYENF	COSTOMALEZAS	COSTOPOLINIZACION	COSTOCOSECHA	COSTOPODA	COSTOTOTAL	RENDIMIENTO	CALIDAD	PRECIO	PRODUCCION	INGRESOS
EDAD	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	1	-.457	-.321	-.018	.681	.503	.392	.632	-.027	.595	-.134	.568	.763*	.593	.647	.534	-.137	.9	.654	.9
	N	7	.303	.483	.969	.092	.250	.384	.128	.955	.159	.774	.183	.046	.161	.116	.217	.769	.	.111	.
ESCOLARIDAD	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-.457	1	-.167	.074	-.196	-.486	-.638	.222	.483	-.839*	-.545	-.597	-.354	.296	-.261	-.156	-.196	.	-.206	.
	N	7	.7	.721	.875	.673	.268	.123	.632	.272	.018	.206	.157	.437	.519	.571	.739	.673	.	.658	.
SEXO	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-.321	-.167	1	-.335	-.471	-.401	-.257	-.167	-.362	-.054	-.149	-.298	-.354	-.222	-.450	-.630	-.471	.9	-.514	.9
	N	7	.721	.7	.463	.286	.372	.578	.721	.425	.909	.751	.516	.437	.632	.311	.130	.286	.	.238	.
EXPERIENCIA	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-.018	.074	-.335	1	.522	.189	.059	-.281	.846**	-.167	.018	-.204	-.145	.033	.052	.202	-.231	.	-.384	.9
	N	7	.7	.7	.7	.230	.685	.901	.541	.016	.721	.969	.660	.756	.944	.912	.664	.618	.	.381	.
SUPERFICIE	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.681	-.196	-.471	.522	1	.751	.545	.354	.529	.492	.070	.492	.750	.471	.828*	.833*	-.167	.9	.973**	.9
	N	7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.	.000	.
ARBOLES	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.503	-.486	-.401	.189	.751	1	.955**	-.061	.123	.819*	-.341	.897**	.834*	-.100	.912**	.908**	.410	.9	.858*	.9
	N	7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.	.013	.
EDADPLANTACION	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.392	-.638	-.257	.059	.545	.955**	1	-.257	-.085	.880**	-.520	.933**	.726	-.342	.782*	.762*	.545	.9	.673	.9
	N	7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.	.097	.
PERCEPCION	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.632	.222	-.167	-.281	.354	-.061	-.257	1	-.024	.009	-.545	.000	.471	.944**	.329	.223	-.471	.9	.311	.9
	N	7	.7	.721	.541	.437	.897	.578	.959	.985	.206	1.000	.286	.001	.472	.630	.286	.	.	.497	.
COSTONUTRITIVO	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-.027	.483	-.362	.846**	.529	-.123	-.085	-.024	1	-.385	-.129	-.245	-.051	.249	.151	.279	-.307	.9	.437	.9
	N	7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.	.327	.
COSTOPLAGYENF	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.595	-.839*	-.054	-.167	.492	.819*	.880**	.009	-.385	1	-.393	.888**	.774*	-.124	.715	.608	.314	.9	.581	.9
	N	7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.	.171	.
COSTOMALEZAS	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-.134	-.545	-.149	.018	.070	-.341	-.520	.545	.129	-.393	1	-.502	-.070	.611	-.073	-.012	-.420	.9	.013	.9
	N	7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.	.979	.
COSTOPOLINIZACION	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.568	-.597	-.298	-.204	.492	.897**	.933**	.000	-.245	.888**	-.502	1	.844*	-.166	.828*	.763*	.562	.9	.641	.9
	N	7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.	.121	.
COSTOCOSECHA	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.763*	-.354	-.354	-.145	.750	.834*	.726	.471	-.051	.774*	-.070	.844*	1	.354	.964**	.876**	.167	.9	.847*	.9
	N	7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.	.016	.
COSTOPODA	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.593	.296	-.222	.033	.471	-.100	-.342	.944**	.249	-.124	.611	-.166	.354	1	.264	.203	-.629	.9	.371	.9
	N	7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.	.413	.
COSTOTOTAL	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.647	-.261	-.450	.052	.828*	.912**	.782*	.329	.151	.715	-.073	.828*	.964**	.264	1	.964**	.222	.9	.929**	.9
	N	7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.	.003	.
RENDIMIENTO	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.534	-.156	-.630	.202	.833*	.908**	.762*	.223	.279	.608	-.012	.763*	.876**	.203	.964**	1	.330	.9	.934**	.9
	N	7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.	.002	.
CALIDAD	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-.137	-.196	-.471	-.231	-.167	.410	.545	-.471	-.307	.314	-.420	.562	.167	-.629	.222	.330	1	.9	.017	.9
	N	7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.	.972	.
PRECIO	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9
	N	7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.	.7	.7
PRODUCCION	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.654	-.206	-.514	.394	.973**	.858*	.673	.311	.437	.581	.013	.641	.847*	.371	.929**	.934**	.017	.9	1	.9
	N	7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.	.972	.
INGRESOS	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9	.9
	N	7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.	.7	.7

Fuente: Datos del programa SPSS de tutor Sombra Malla.

Figura 18. Análisis de correlación