
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Y AGROPECUARIAS**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRICOLA
COORDINACIÓN DE POSGRADO**



**“FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA
PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO
DE LA JAMAICA *Hibiscus sabdariffa* L.”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

PRESENTA:

JORGE RAÚL TORAL FLORES

DIRECTOR

MC. AURELIO PÉREZ GONZÁLEZ

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL. NOVIEMBRE 2006

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y
Agropecuarias


Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Forestales



La tesis "Fuentes de fertilización orgánica para el establecimiento del cultivo de la jamaica *Hisbiscus sabdariffa* L. del C. Jorge Raúl Toral Flores, se realizó bajo la dirección del Consejo particular que se indica, fue aprobada por el mismo y se aceptó como requisito parcial para la obtención del grado de:

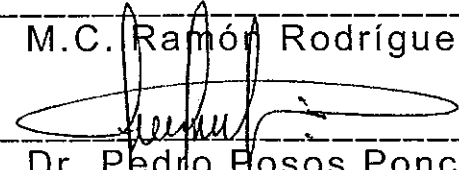
MAESTRIA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

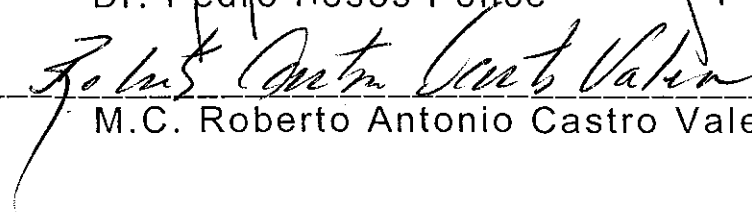
Consejo Particular

Tutor: 
M.C. Aurelio Pérez González

Asesor: 
Dr. Juan Francisco Casas Salas

Asesor: 
M.C. Ramón Rodríguez Ruvalcaba

Asesor: 
Dr. Pedro Rosos Ponce

Asesor: 
M.C. Roberto Antonio Castro Valera

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL., NOVIEMBRE 2006

DEDICATORIA

A MI FAMILIA

Al Lic. Raúl Padilla López

Al Dr. Enrique Pimienta barrios

A mis Maestros

A la Universidad de Guadalajara

ÁGRADECIMIENTOS

Dr. Juan Francisco Casas Salas

Dr. Javier Carreón Amaya

Lic. Mat. José Ricardo Vázquez Trujillo

M.C. Ramón Rodríguez Ruvalcaba

M.C. Salvador Antonio Hurtado de la Peña

Dr. Pedro Posos Ponce

M.C. Roberto Antonio Castro Valera

M.C. José Manuel Becerra Lizardi

Y de una forma especial por sus valiosas aportaciones y consejos al

M.C. Aurelio Pérez González

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en los municipios de Tlajomulco de Zúñiga y Villa Corona en el Estado de Jalisco y tuvo como objetivo crear la tecnología para nutrición sustentable en el cultivo de la jamaica, *Hibiscus sabdariffa* L., en el que se estudiaron los niveles de fertilización orgánica, con la vermicomposta en forma de composta y foliar; además se ubico el punto de equilibrio económico en el que se reflejo la rentabilidad de este cultivo. Para el desarrollo de estos objetivos se realizaron ocho experimentos en diferentes municipios del Estado, se utilizó como material genético a la variedad "Americana" con un hábito intermedio de 135 días. En los resultados obtenidos para el caso de la vermicomposta líquida se probaron tres dosis, y la que mejor comportamiento tuvo fue la de tres aplicaciones con intervalos de siete días entre cada una, el tratamiento fue de 10 litros de vermicomposta diluidos en 200 lts. de agua/ha, iniciando la primera aplicación en la tercera etapa fenológica, (desarrollo foliar), 60 días después de la siembra. El estudio reflejó una amplia variación en costos y en rendimientos, el sistema productivo de temporal monocultivo ofrece una alternativa rentable para productores de esta condición productiva. La jamaica tiene rentabilidad de 2.5:1 (1 unidad de inversión por 2.5 veces de rendimiento). El punto de equilibrio económico se determino en los 900 kg ha⁻¹ con un costo de producción de \$23,500.00, la cual se incrementaría sustancialmente si se logra la industrialización en cosecha y secado.

ABSTRACT

The present investigation work was carried out in the municipalities of Tlajomulco de Zúñiga and Villa Corona in the state of Jalisco, and it had as objective to create the technology for sustainable nutrition in the cultivation of the jamaica, in the one that you study the levels of organic fertilization with the vermicomposta in composta form and to foliate; you also locates the point of economic balance in the one that you reflection the profitability of this cultivation. For the development of these objectives they were carried out eight experiments in different municipalities of the State, it was used as genetic material to the American variety with an intermediate habit of 135 days. In the results obtained for the case of the liquid vermicomposta three dose they were proven, and the one that better behavior had was that of three applications with intervals of seven days among each a, the treatment was of 10 liters of vermicomposta diluted in 200 liters of water/ha, beginning the first application in the third stage fenológico that is that of development to foliate (60 days after the siembra). The study reflected a wide variation in costs and in yields, the productive system of temporary monocultivo offers a profitable alternative for producing of this condition. The jamaica has profitability of 2.5:1 (1 investment unit for 2.5 times of yield). The point of economic balance you determines in the 900 kg ha⁻¹ with a cost of production of \$23,500.00 which would be increased substantially if the industrialization is achieved in crop and drying.

INDICE

| | Pagina |
|--|-----------|
| INDICE..... | 1 |
| INDICE DE CUADROS..... | 3 |
| INDICE DE FIGURAS..... | 5 |
| 1 INTRODUCCION | 6 |
| 1.1 Objetivos..... | 10 |
| 1.1.1 Objetivo General..... | 10 |
| 1.1.2 Objetivos específicos..... | 10 |
| 1.2 Hipótesis..... | 10 |
| 2 REVISION DE LITERATURA | 12 |
| 2.1 Agricultura Sustentable..... | 13 |
| 2.2 Producción en Agricultura Sustentable..... | 15 |
| 2.2.1 Caso de estudio..... | 15 |
| 2.3 Clasificación taxonómica..... | 17 |
| 2.3.1 Morfología de la planta..... | 17 |
| 2.3.2 Descripción botánica..... | 18 |
| 2.3.3 Metabolismo de la jamaica..... | 21 |
| 2.3.4 Descripción del cultivo..... | 21 |
| 2.4 Tipos de siembra..... | 24 |
| 2.4.1 Siembra directa..... | 24 |
| 2.4.2 Siembra en almácigos..... | 25 |
| 2.4.3 Densidad de población..... | 25 |
| 2.5 Fertilización inorgánica..... | 26 |
| 2.5.1 Fertilización orgánica..... | 27 |
| 2.6 Manejo del cultivo..... | 28 |
| 2.6.1 Cosecha..... | 29 |
| 2.7 Sistemas de producción..... | 29 |
| 2.7.1 Sistemas tradicionales..... | 30 |
| 2.7.2 Sistemas con tecnología tradicional..... | 30 |
| 2.7.3 Sistemas con agroplásticos..... | 31 |
| 2.8 Variables climáticas..... | 32 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.9 | Importancia económica..... | 33 |
| 3 | MATERIALES Y METODOS | 40 |
| 3.1 | Fertilización orgánica..... | 40 |
| 3.2 | VARIABLES DE ESTUDIO..... | 40 |
| 3.3 | Características del trabajo de laboratorio..... | 40 |
| 3.4 | Experimento con vermicomposta en Villa Corona, Jalisco, 2005..... | 41 |
| 3.5 | Experimento con vermicomposta en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, 2005..... | 42 |
| 3.6 | Experimento con aplicación foliar en Villa Corona, Jalisco, 2005..... | 42 |
| 3.7 | Experimento con aplicación foliar en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, 2005..... | 43 |
| 3.8 | Análisis estadístico..... | 43 |
| 3.9 | Muestreo..... | 44 |
| 4 | INVESTIGACIÓN SOCIOECONÓMICA | 45 |
| 4.1 | Punto de equilibrio..... | 46 |
| 5 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 50 |
| 5.1 | Experimento con vermicomposta en Villa Corona, Jalisco, ciclo P-O 2005..... | 51 |
| 5.2 | Experimento con aplicación foliar en Villa Corona, Jalisco, ciclo P-O 2005..... | 54 |
| 5.3 | Experimento con vermicomposta en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, P-O 2005..... | 57 |
| 5.4 | Experimento con aplicación foliar en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, P-O 2005..... | 60 |
| 6 | CONCLUSIONES | 63 |
| 6.1 | Del objetivo general..... | 63 |
| 6.2 | De los objetivos particulares..... | 63 |
| 6.3 | De la hipótesis..... | 64 |
| 6.4 | Conclusiones generales..... | 65 |
| 7 | BIBLIOGRAFIA | 66 |

INDICE DE CUADROS

| | | | Pagina |
|--------|----|--|--------|
| Cuadro | 1 | Producción mundial de jamaica para el año 1997..... | 34 |
| Cuadro | 2 | Rendimiento de la jamaica por país para 1997..... | 35 |
| Cuadro | 3 | Principales estados productores de jamaica en México (toneladas)..... | 36 |
| Cuadro | 4 | Producción nacional de jamaica para el ciclo p-v 2000..... | 37 |
| Cuadro | 5 | Rendimiento nacional para el cultivo de jamaica para el ciclo p-v 2000..... | 38 |
| Cuadro | 6 | Análisis de los costos de cultivo en la producción de jamaica ciclo P – O 2005..... | 46 |
| Cuadro | 7 | Cuadrados medio de las variables sometidas a estudio en el cultivo de jamaica, Villa Corona, Jalisco., 2005..... | 51 |
| Cuadro | 8 | Medias de las variables de estudio en jamaica con aplicación de vermicomposta, Villa Corona, Jalisco, 2005..... | 51 |
| Cuadro | 9 | Medias de las variables de estudio en jamaica con aplicación de te de vermicomposta en Villa Corona, Jalisco., 2005..... | 54 |
| Cuadro | 10 | Cuadrados medios de las variables sometidas a estudio en el cultivo de jamaica en Villa Corona, Jalisco., 2005..... | 54 |
| Cuadro | 11 | Medias de producción en jamaica con vermicomposta, en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, 2005..... | 57 |
| Cuadro | 12 | Cuadrados medios de las variables sometidas a estudio en jamaica con vermicomposta, en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco., 2005..... | 57 |
| | | | |

| | | | |
|--------|----|--|----|
| Cuadro | 13 | Medias en jamaica mediante Té de vermicomposta.... | 60 |
| Cuadro | 14 | Cuadrados medios de las variables sometidas a estudio..... | 60 |

INDICE DE FIGURAS

| | | | Pagina |
|--------|---|--|--------|
| Figura | 1 | Ecuación de regresión del costo-rendimiento en jamaica..... | 48 |
| Figura | 2 | Punto de equilibrio económico en jamaica ciclo P-O 2005..... | 48 |

1. INTRODUCCION

La modificación antropocéntrica de los ecosistemas debida a la actividad agropecuaria y forestal, no ha sido del todo favorable, ya que problemas ambientales a partir de la degradación de los componentes físicos y bióticos, provocan lo que se ha llamado salud ambiental, este término se asocia con la calidad de un determinado ambiente para propiciar el desarrollo y evolución del elemento biótico (López *et al.*, 2004).

Lo anterior ha convergido en una preocupación para los científicos, que han propuesto esquemas de estudio para conservar la salud del ambiente ante la severidad del daño, originando acciones que dan como resultado el concepto de "Agroecosistema sustentable" (Turk *et al.*, 1984; Montaldo, 1985; Odum, 1986; López *et al.*, 2004).

Una de estas acciones es el manejo de cultivos alternativos libres de agroquímicos, medida que se aplica en el caso de estudio del cultivo de la jamaica, comúnmente consumida en el mercado internacional, debido a sus propiedades medicinales y nutricionales. En especial países como Inglaterra, Alemania y Estados Unidos, el té de jamaica es muy apreciado entre los consumidores. En cuanto a su utilización en concentrados para agua fresca, se da en algunos casos en Estado Unidos, sobre todo en poblaciones con alto índice de habitantes latinos (Larios, 1998).

La Republica Mexicana se caracteriza por las diferentes condiciones agroecológicas que permiten el establecimiento y desarrollo de una amplia gama de cultivos agrícolas. Sin embargo, existen algunas especies que no ha sido posible su expansión debido a que se desconoce su tecnología y perspectivas de mercado. Tal es el caso del cultivo de la jamaica, que a pesar de su escaso conocimiento técnico productivo, es una opción rentable para los productores agrícolas (Rojas, 1999).

En México, el cultivo de la jamaica es de particular importancia por los diversos usos potenciales que tiene. En la actualidad se cultiva en los Estados de Guerrero, Oaxaca, Nayarit, Michoacán, Campeche, Colima y Jalisco. En Guerrero se siembran aproximadamente 15 mil hectáreas bajo condiciones de temporal asociadas con maíz, ubicadas en la Costa Chica, las cuales por su volumen de producción constituyen la zona "jamaquera" de mayor importancia. de ahí que se le conozca en esta zona como "Oro rojo".

La demanda nacional no se satisface con los volúmenes de producción actual; siendo necesario importar producto de países como China y Sudán. Por otra parte, México dispone de condiciones agroclimáticas muy favorables para producir jamaica de alta calidad que compita a nivel mundial, las perspectivas económicas a corto y mediano plazo son alentadoras (Larios, 1998).

La jamaica, además de ser una alternativa económica para los productores minifundistas que disponen de mano de obra familiar, posibilita su aprovechamiento integral. Los cálices se utilizan para preparar refrescos, jaleas, jarabes, dulces, vinos, gelatinas, polvos y esencias, sin dejar de lado el mercado popular que la utiliza en su mayoría para la preparación de aguas frescas, así como la industria farmacéutica que actualmente está demandándola en mayor cantidad (Rojas, 1999). Las hojas y tallos tiernos como verduras y condimentos; la semilla para alimentación de aves y los tallos maduros de algunas variedades para fibra y forraje (Patiño, 1978). Por lo tanto es importante disponer de un marco de referencia del sistema de producción, que permita potenciar sus posibilidades como cultivo alterno en México, así como también generar y transferir información en beneficio del sector productivo diversificado.

La evolución de la sociedad genera un desarrollo tecnológico basado en la industrialización desmedida de los procesos productivos con impacto en los recursos naturales, creando grandes problemas de contaminación en suelo, agua, aire y alimento, lo cual ha originado la pérdida de la biodiversidad y

susceptibilidad de la especie vegetal y la especie animal, con incidencia de enfermedades en el hombre (Martínez, 1996).

El aprovechamiento sostenible de los recursos naturales involucra la conservación de la fertilidad de los suelos, evita la contaminación de suelo y agua, mantiene la diversidad y equilibrio en los ecosistemas, además de garantizar alimentos sanos y libres de residuos tóxicos, con buen contenido de nutrientes (Martínez, 1996).

La demanda de alimentos orgánicos, tiene un crecimiento del 20 por ciento al año en el mundo, y México está en el lugar 15 entre las naciones productoras pero no entre las consumidoras, porque esto ocurre en países cuyos habitantes ya tienen resuelta la necesidad de alimentación y destinan tan sólo 10 por ciento de sus ingresos a comida (CIESTAAM, 2004). A nivel mundial las ventas de productos orgánicos o ecológicos pasaron de 10 mil millones de dólares en 1997 a 20 mil millones en 2000, de los cuales 140 millones de dólares ingresan a México. Aquí se cultivan 103 mil hectáreas y 33 mil agricultores participan en esta actividad (CIESTAAM, 2004). En Chiapas y Oaxaca se genera 70 por ciento de la producción, mientras que también participan productores de Michoacán, Chihuahua y Guerrero (Tovar, 1996).

El creciente interés por "consumir" alimentos orgánicos es parte de una tendencia mundial de cambio de valores, que se basan en una mayor preocupación por la calidad de vida, el medio ambiente y la sociedad. La producción de alimentos orgánicos utiliza insumos naturales y rechaza los de síntesis química, por medio de prácticas especiales con aplicaciones de composta, abonos verdes, control biológico, repelentes naturales a base de plantas, asociación y rotación de cultivos (Tovar, 1996).

La jamaica, reúne ventajas para la exportación y consumo nacional en el Estado de Jalisco y puede llegar a ser un producto de gran relevancia económica. La jamaica en la región, puede llegar a alcanzar rendimientos de

1692 kg ha⁻¹ de cálices secos de acuerdo con los trabajos experimentales que realizó Núñez (2003).

Además, como este producto es no perecedero, permite la búsqueda de canales de comercialización convenientes a los productores en tiempo y forma, eliminando el estrés por la urgencia de la venta rápida (Larios, 1998).

Justificación

La globalización y las medidas de seguridad para evitar el "Bioterrorismo", obliga a los productores agrícolas a incursionar en un proceso productivo sustentable que a la fecha es desconocido por la mayoría de ellos. Consecuencia de lo anterior, los mercados para la exportación a U.S.A. y La Comunidad Europea, prohíben la entrada de productos manejados con agroquímicos no autorizados y exigen productos libres de pesticidas.

En México la oferta de alimentos orgánicos es limitada lo que provoca costos elevados de producción, en virtud de que los rendimientos son menores en el sistema sustentable y orgánico en comparación con agricultura moderna. (Claridades agropecuarias, 1999; CIESTAAM, 2004).

Tanto los flujos energéticos como los ciclos de nutrientes son sensibles a los cambios ambientales que irrumpen las cadenas tróficas y con ello la continuidad estable del agroecosistema, de tal forma que algunas especies desaparecen y se rompe el equilibrio ecológico y la biodiversidad.

Sin embargo como lo señala López *et al.* (2004), el agricultor necesita cultivos alternos que sean más rentables que los cultivos tradicionales como el frijol y el maíz. La jamaica es un cultivo que sí se maneja en forma sustentable genera divisas y mano de obra para la región, lo que hace de este cultivo una actividad rentable.

El presente trabajo de investigación se justifica al proponer el uso de una tecnología sustentable aplicado al cultivo de la jamaica, lo que daría como resultado la protección al agroecosistema y a la vez ofrecer al productor agrícola la oportunidad de generar mayor captación de recursos económicos.

1.1 Objetivos

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se han planteado los siguientes objetivos:

1.1.1 Objetivo General

Evaluar el comportamiento productivo sustentable del cultivo de la jamaica en diferentes condiciones de fertilización orgánica.

1.1.2 Objetivos específicos

1. Clasificar los rendimientos en cáliz seco de los lotes experimentales con aplicación de compostas de vermicomposta al pie de la planta y foliar en forma de ácidos húmicos.
2. Determinar el punto de equilibrio económico entre los diferentes sistemas productivos.

1.2. Hipótesis

Hipótesis general:

La evaluación del comportamiento productivo sustentable del cultivo de la jamaica en diferentes condiciones de manejo de la vermicomposta, permitirá ofrecer una opción rentable a los productores.

Hipótesis específicas:

Los diferentes sistemas de nutrición orgánica afectan el rendimiento productivo del cultivo de la jamaica.

El estudio de los requerimientos económicos en el cultivo de la jamaica, permitirá identificar áreas potenciales y sistemas con diferente nivel de aptitud para su establecimiento en el estado de Jalisco.

El conocimiento de la tecnología para el establecimiento de un cultivo permitirá obtener un manejo adecuado y el rendimiento esperado.

2. REVISION DE LITERATURA

La creciente demanda de alimentos ha propiciado la sobreexplotación de los suelos cultivables, con tecnologías de la agricultura desarrollada, en busca de altos rendimientos con un consumo alto de productos químicos (López *et al.* 2004).

La búsqueda de altos rendimientos por cultivo ha llevado a la creación de grandes empresas en detrimento de la biodiversidad. Esta necesidad impone la integración con el conocimiento del ciclo de nutrientes en el agroecosistema suelo-planta-animal (García Trujillo, 1993).

La agricultura moderna (Revolución verde) aplicada en países desarrollados se ha caracterizado por un gran consumo de fertilizantes, pesticidas, herbicidas, riego, antibióticos, maquinaria etc. generando una mecanización destructiva, el monocultivo y la concentración de tierras en busca de la exportación, pero provocando el deterioro del medio ambiente. Otros efectos son la deforestación y la desertificación, estimándose una pérdida de 24 millones de toneladas de suelos orgánicos y de 5 a 7 millones de hectáreas de tierra arable (García Trujillo, 1993).

México destaca mundialmente por la acelerada degradación del suelo que afecta a la base productiva del sector rural: el 80% está afectado por degradación física, química y biológica, el 30% clasificada de severa (Esquivel, 1993).

La tendencia mundial para el consumo de alimentos se esta encaminando a los productos agrícolas libres de agroquímicos, con un enfoque claro hacia la agricultura sustentable y orgánica. Desde el año de 1970 en Japón, surge el concepto de la "Agricultura Orgánica", pero es hasta el año de 1991 cuando se aplicó el reglamento de la Comunidad Económica Europea (CEE) en la producción y comercialización. Lo que obliga a los productores que sus

productos no tengan indicios de herbicidas, fungicidas, fertilizantes inorgánicos, insecticidas, etcétera (Fujii *et al.*, 1991).

En respuesta a esta situación el gobierno Mexicano, emitió una Norma Oficial Mexicana (NOM) en 1996, que solo se refiere al aspecto productivo, pero deja fuera el ámbito comercial. Por ello actualmente la exportación de productos como el café y la jamaica entre otros, debe hacerse a través de terceros: empresas suizas y alemanas que expiden los permisos de importación hacia la Unión Europea y los productos mexicanos deben pagar derechos por inspección y certificación (Valdivia, 1996).

La demanda de alimentos orgánicos, que son "inocuos y limpios", se ha incrementado en 20 por ciento al año en el mundo y México está en el lugar 15 entre las naciones productoras pero no entre las consumidoras (Tovar, 1996).

2.1. Agricultura sustentable

El aprovechamiento sostenible de los recursos naturales involucra el mantenimiento de la fertilidad y productividad de los suelos, evita la contaminación de suelo y agua, mantiene la biodiversidad y equilibrio en los agroecosistemas, además de garantizar alimentos inocuos, libres de residuos tóxicos (Codex Alimentarius, 1999).

La agricultura sustentable es un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema, la biodiversidad, los ciclos biológicos, y la actividad biológica del suelo (Codex Alimentarius, 1999).

El concepto de desarrollo sustentable en agricultura, expresado como "agricultura sustentable" de acuerdo con Neugebauer (1993), considera al agricultor como el objeto del desarrollo, y no según lo interpreta el concepto economista como un insumo al proceso de producción que conduce al desarrollo.

En base a lo anterior, las prácticas sustentables empleadas en la agricultura natural, se fundamenta integralmente hacia una mejor calidad de vida.

La agricultura sustentable debe ser un modelo de organización económica, donde se integren los miembros incorporando a la naturaleza como parte del proceso y no como motivo de su explotación, lo que sucede en la agricultura denominada moderna, es decir, debe ser sustentable ecológica y económicamente viable, socialmente justa y culturalmente apropiada (Alatorre, 1992).

De acuerdo con Martínez (1996) para que los trabajos en la agricultura se puedan considerar como "sustentable" se debe considerar:

- a. Utilización principal de recursos locales, minimizando el uso de insumos externos
- b. La agricultura en pequeña escala favorece la sustentabilidad, no así la agricultura en gran escala
- c. Impulso de la independencia y autosuficiencia de los productores
- d. Integración entre los seres humanos y la naturaleza
- e. Preservar la biodiversidad
- f. Mantener la fertilidad de los suelos
- g. Reciclamiento de los recursos naturales
- h. Producción de alimentos, fibras y medicinas de alta calidad
- i. Conservación tanto de la cultura de los productores, como de los consumidores
- j. Dignificar la población, profundizando las relaciones democráticas al interior de las sociedades
- k. Desarrollar y promover propuestas para una conciencia social crítica, que permita superar, tanto la crisis social como ambiental, provocada por el sistema dominante de políticas, programas y prácticas agrícolas
- l. Tecnología que más utiliza los dictados de la naturaleza es más sustentable no así los sistemas que buscan tener todas las variables bajo control.

Un proyecto agrícola, tomando como base la determinación de las áreas destinadas para su conservación, recuperación y producción, como resultante del diagnóstico e integración del manejo sustentable, debe estructurar prácticas graduales e integrales a mediano, mediano y largo plazo de manera modular, encaminadas a proporcionar las condiciones apropiadas de cada acción y aprovechamiento de los recursos naturales de manera sustentable (Martínez, 1996)

2.2. Producción en agricultura sustentable

La problemática ecológica que aqueja el mundo y desde luego a México, revela que cada vez se hace menos operante seguir practicando las formas tradicionales de la producción de alimentos que provienen de la agricultura, cuyas prácticas promueven la sobreexplotación, degradación y contaminación de recursos tales como el agua, y el suelo, reduciendo la sostenibilidad de la agricultura (Uribe, 2005).

El uso de prácticas que permitan la protección de los nichos ecológicos en áreas para la producción de cultivos como maíz, frijol, jamaica, cacahuate, plantas con propiedades medicinales y de control o de regulación de insectos, plantaciones de especies en proceso de extinción, frutales, entre otros, se han intensificado, utilizando la diversificación de especies mediante su intercalación.

2.2.1. Caso de estudio

Desde la introducción del *hibisco* en Europa en el siglo XVIII, se han obtenidos muchos híbridos, principalmente en Hawai y Florida, pudiéndose cifrar en varios cientos los cultivos actuales, la mayoría de ellos desconocidos en nuestro país. Las dos especies más hibridadas son *Hibiscus rosa-sinensis*, muy utilizada en climas tropicales y subtropicales e *Hibiscus syriacus*, más utilizada en climas templados y fríos (Alatorre, 1992).

Para el caso de *Hibiscus sabdarifa* L., en México se puede decir que es reciente el interés a la incorporación de este cultivo. Un ejemplo es el caso en el Estado de Veracruz, en donde señalan que este cultivo ha rescatado a los productores de plátano, quienes en los últimos años tuvieron pérdidas con este cultivo, por lo que optaron por un cultivo alternativo como lo es la "Jamaica Real" (variedad seleccionada de las 150 mejores jamaicas del mundo), que a la fecha les ha resultado positivo, generando fuentes de empleo y desde luego ingresos mayores comparados con el cultivo del plátano (Claridades agropecuarias, 1999).

Además de su interés en jardinería, de algunas especies tropicales se obtienen frutos comestibles, fibras, madera, deduciéndose, por tanto, que estamos ante un grupo de plantas de cierta importancia económica, aunque bien es verdad que exceptuando el aspecto ornamental, su importancia es casi siempre de carácter más o menos local (Yoldi, 1999).

Mención aparte merece el uso de sustancias medicinales que contiene la jamaica, en estudios recientes realizados por el Instituto Mexicano de Seguro Social, en el Hospital Siglo XXI en la Ciudad de México, se ha encontrado que este cultivo tiene un potencial de importancia para el control de diferentes enfermedades, como la hipertensión arterial, las arritmias cardiacas, el control moderado de colesterol y triglicéridos y algunos problemas de uremia asociados con la ingesta de azúcar y abuso de bebidas gaseosas y energizantes (Claridades agropecuarias, 1999; Yoldi, 1999).

2.3. Clasificación Taxonómica

De acuerdo con Rojas (1999); Moreno (2002) y Ruiz (2003), el género *Hibiscus* se clasifica taxonómicamente de la siguiente forma:

ReinoVegetal, Plantae
División.....Anthophyta
Subdivisión.....Angiosperma
Clase.....Magnoliopsida
SubclaseDicotiledonea
Orden.....Malvales
Tribu.....Hibisceae
Familia.....Malvacea
Género.....Hibiscus
Especie.....*Hibiscus sabdariffa*
Metabolismo.....C₃
Nombre comúnJamaica

2.3.1 Morfología de la planta

Las especies más conocidas son, sin duda, *Hibiscus rosa-sinensis*, popularmente "Rosa de China", e *Hibiscus syriacus*, popularmente "Rosa de Siria o Althea" y desde luego la jamaica *Hibiscus sabdariffa*, pero existen algunas otras especies (Moreno, 2002).

El género *Hibiscus* pertenece a la familia Malvaceae, y está formado por plantas herbáceas, anuales o perennes, arbustos, subarbustos y árboles, con las hojas enteras o a veces lobuladas o partidas. Sus flores son axilares, generalmente solitarias, aunque a veces se disponen en racimos, corimbos o panículas. Tienen un epicáliz con 4-20 segmentos, separados o a veces unidos basalmente o al cáliz, que es generalmente acampanado, con 5 lóbulos.

La corola tiene 5 pétalos mucho más grandes que el cáliz. Los estambres están unidos formando una columna estaminal que en ocasiones puede sobresalir notablemente a la corola. El fruto es capsular. Comprende alrededor de 200 especies de zonas tropicales y cálidas. Su nombre proviene del griego Hibiskos, nombre dado al malvavisco común en la época de Dioscórides y Plinio (Estévez, 1989; Moreno, 2002).

La jamaica es una planta herbácea perenne de hasta 2 m de altura, leñosa en la base, con los tallos más o menos glabros y rojizos. Hojas superiores con 3-5 lóbulos, de lineares a elípticos, finamente dentados; hojas inferiores normalmente enteras, ovadas. Flores solitarias, con epicáliz de 8-10 segmentos unidos en la base al cáliz, que es rojizo y succulento. Pétalos de 4-5 cm de longitud, amarillos con una mancha púrpura en la base. Columna estaminal poco saliente. Nativa de los trópicos del viejo mundo y muy cultivada por sus cálices comestibles (Larios, 2002).

2.3.2. Descripción botánica

La jamaica, cuyo nombre científico es *Hibiscus sabdariffa* L. es una planta de la familia de las malváceas, muy parecida al algodón, raza ruberes anual. Erecta, con varias ramificaciones, herbáceas, es haploidía de $2N = 72$ (Teniente, 1983; Morton, 1987)

Algunos autores como, Hernández (1988) y Estévez (1989), señalaron que la planta de jamaica es un arbusto que llega a medir de uno a metro y medio de altura.

Por su parte, Patiño (1978), describe a la planta como un cultivo anual, de rápido desarrollo, en donde menciona que las variedades de frutos comestibles tiene una altura de dos y medio metros y tres metros y medio en las de fibra.

Mientras que Teniente (1983), señaló que es una planta de la familia de las malváceas que alcanza una altura de metro y medio a dos metros y medios.

Por otro lado, Martínez (1986), indico que es un cultivo anual de rápido desarrollo, donde las variedades de fruto comestible tienen una altura aproximadamente de dos a tres metros. De la misma manera, Yoldi (1999) señaló que la planta alcanza 2.40 metros de altura.

Por su parte Teniente (1983) señaló que la raíz es profunda el radio de la raíz depende de la variedad y alcanza un radio promedio de 20.01 cm. como mínimo y un máximo de 25.40 cm., con una profundidad de 24.10 como mínima y un máximo de 28.62 cm.

Algunos autores como Hernández (1988) y Yoldi (1999) señalaron que el tallo tiene forma cilíndrica lisa o casi lisa, típicamente de color rojo y muy ramificado, con ramas largas que emergen cerca de la base del tallo. En tanto que Estévez (1989), señaló que los tallos son rojizos. Por otra parte, Teniente (1983) menciona que son ramificados.

De acuerdo con (Yoldi, 1999) las hojas son alternas, de 3 a 5 hojas simples superiores, las hojas bajas son extensas y planas de 7 lóbulos. Por otra parte, Larios (1999) señaló que las hojas son compuestas y lanceoladas-lobuladas. En tanto que Hernández (1988) indicó que son lobuladas simples y lanceoladas, con glándulas en la vena central y con margen aserrado, además son digitado-partidas en tres lóbulos creando dentados. Asimismo, Estévez (1989) citó que las hojas son digito-partido en tres lóbulos creando-dentados. Describe Hernández (1988) que el péndulo se encuentra solitario. Menciona Yoldi (1999) en relación a las hojas que contienen borde simple, se encuentran en las axilas de las hojas, son cinco a 12.5 cm de ancho de la parte de arriba, color ligeramente amarillo a rosa y vuelta rosada cuando marchita al finalizar el día. Por otra parte, Hernández (1988) registró que las flores están formadas por 8 a 12 bracteolas lineales, son solitarias y sesiles con una corola amarilla.

Asimismo, indicó Patiño (1978) que las flores son color amarillo-pálido, con cáliz rojizo que se vuelve carnosos y ácido, las flores se abren tarde durante la mañana y se cierran al principio de la tarde, la jamaica es estacional con respecto al periodo de floración. La floración ocurre en septiembre y octubre según lo indicó Hernández (1988).

Lo típico es cáliz rojo, que consiste de 5 sépalos con un collar (epicalis) de 8 a 12 brácteas puntiagudas características de las malváceas llamada cálculos, alrededor de la base, alargadas al comienzo, se hacen gordas, el cáliz o fruto vegetativo es fresco y rojo claro, con color verde cuando es inmaduro (Yoldi 1999). Por otra parte, Patiño (1978) señaló que el cáliz es de color rojo, carnosos, el cual toma un color oscuro y sabor ácido, confundiendo con el fruto verdadero; En tanto que Larios (1999) mencionó que son de color rojizo que se vuelven carnosos y ácidos.

El cáliz es connotado, sépalos unidos, de 5 a 7 sépalos vellosos, con sus brácteas gruesas y rojas de sabor ácido indicó Estévez (1989). Los cálices estarán listos en los meses de noviembre y diciembre, cuando los cáliz no se recogen y maduran las semillas, las plantas se mueren en enero (Estévez, 1989). Indico Hernández (1988) que el epicaliz esta unido a su base y añadido al cáliz.

El fruto es una cápsula seca, que encierra unas 20 semillas (Patiño, 1978). Larios (1999) indicó que es una cápsula dentro de los cálices en donde se alojan las semillas. Asimismo, Teniente (1983), señaló que es una cápsula ovoide recubierta por el cáliz, contiene numerosas semillas reniformes pubescentes.

Por otro lado, Martínez (1986), señaló que es un fruto seco, que encierra unas 20 semillas. Mientras que Hernández (1988) señaló que es una cápsula, con semillas reniformes.

Un kilogramo de semillas de jamaica contiene aproximadamente un total de 24,200 semillas de la variedad "Americana" como mínimo y un máximo de 28,200 semillas pero de acuerdo a la variedad estos valores varían en forma considerable (Larios, 1999).

La semilla tiene un contenido del 25 al 32% de proteína, con un excelente balance de aminoácidos esenciales y del 17 al 21% de aceite constituido por ácidos grasos industriales; actualmente en México se cuenta con una producción anual de 3,981.5 toneladas de esta semilla, correspondiéndole al Estado de Guerrero el 99% de la producción nacional y el resto a otros estados (Cortes *et al.*, 2002).

2.3.3. Metabolismo de la jamaica

En el caso de estudio, la familia *Malvaceae*, a la cual pertenece la jamaica se considera como planta C_3 (Ruíz, 2000), por lo que de acuerdo con Lambers *et al.* (1998) citado por Pimienta (2003), señala que el primer producto de la carboxilación de RuDP (carboxilación del bifosfato de ribulosa) por Rubisco (heteropolímero) es el ácido fosfoglicérico (ADG), que es un compuesto de tres carbonos; de este compuesto viene el nombre de fotosíntesis C_3 .

2.3.4. Descripción del cultivo

La jamaica es un cultivo que se adapta a climas cálidos con un óptimo de temperatura alrededor de 25°C, y un régimen pluvial de 400-500 mm distribuido durante el período vegetativo de 4-5 meses (Morton, 1987). Debido al fotoperiodismo crítico de 12 horas luz, el cultivo de jamaica se limita a regiones inferiores a 25° de latitud. Para la reproducción se requiere un periodo de oscuridad de 11.5 horas, la inducción floral ocurre con 12.5-13.5 horas luz/día, al mismo tiempo termina el crecimiento apical (Teniente, 1983; Morton, 1987)

El hábitat natural de la jamaica son regiones tropicales y subtropicales con necesidades de clima caliente y húmedo (Aceves, 1992). Fue introducida a regiones tropicales en diferentes partes del mundo con diferentes sistemas de producción (Jáuregui, 2003).

En la actualidad se cultiva de temporal y de riego; o de doble propósito en asociación con el maíz, caucho y algunos otros cultivos (Amaya, 2003).

El genero *Hibiscus* cuenta con alrededor de 200 especies distribuidas en varias partes del mundo en particular en África, Asia, América y Australia (Fryxell, 1988).

En México se encuentran 37 de esas 200 especies y en el Estado de Jalisco existen 11 de las 37 especies, de las cuales 7 son silvestre y el resto son cultivadas con diversos usos como la *Hibiscus sabdariffa* L. (Reyes, 2003). Se cree que fue introducida a México por los españoles en la época de la conquista (SAGARPA, 2001).

En la actualidad China es el principal productor de jamaica con un 27.76% de la producción mundial, seguido de la India con un 17.91% y México que ocupa el séptimo lugar con una producción de 5.14% (FAO, 2003).

Para el ciclo primavera verano 2000 la superficie sembrada en México de jamaica fue de 18,374 hectáreas con una producción total de jamaica de 4,048 toneladas (SAGARPA, 2001).

Más del 90% de la producción nacional proviene del Estado de Guerrero donde se produce en el sistema de asociación maíz-jamaica, con rendimientos de 200 Kg ha⁻¹, el resto de la producción nacional proviene de los estados de: Colima, Jalisco, Nayarit, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Michoacán y Yucatán (Rojas 1999; citado por la SAGARPA, 2001).

En Jalisco la producción de jamaica para el año 2000 fue de tan solo 8 toneladas de las 4,048 ton producidas en todo el país (SAGARPA, 2001), con un valor promedio por tonelada para el mismo año de \$34,850 pesos/ton (SAGARPA, 2001).

La demanda nacional no se satisface con los volúmenes de producción actual; por lo que es necesario importar jamaica de países como China y Sudan. Larios (1998) considera que México dispone de condiciones agroclimáticas muy favorables para producir jamaica de alta calidad que puede competir a nivel mundial.

El momento más adecuado para la siembra depende del lugar y debe determinarse a partir de la práctica. Cuando se siembra muy temprano, quiere decir hacia el aumento de la luminosidad diaria, el desarrollo vegetativo predomina, el ciclo vegetativo se alarga y los cálices alcanzan menos peso.

Cuando se siembra más tarde, quiere decir, hacia los días más cortos, el desarrollo vegetativo de las plantas es reducido y la floración se inicia ya con menos desarrollo de crecimiento (Morton, 1987; Larios, 1998).

El cultivo de jamaica se realiza en suelos fértiles, y se debe evitar el cultivo en lugares con encharcamiento de agua (Larios, 1998).

En África el hibisco se cultiva en forma anual. Experiencias en Bolivia han mostrado sin embargo que previa una poda drástica de la planta es posible un aprovechamiento para otro ciclo más, sin embargo en México se siembra al inicio de la temporada de lluvias, situación muy similar para Jalisco, la cual se realiza entre la segunda quincena de junio y la primer quincena de julio, una vez que se ha establecido el periodo de lluvias, o lo que se denomina "El temporal de lluvias" (Morton, 1987; Larios, 1998).

2.4. Tipos de siembra

2.4.1. Siembra directa

Como lo señala Núñez (2003) la siembra de jamaica es en forma directa, colocando 3 - 5 semillas por golpe. La germinación ocurre después de 2 - 3 días. Las distancias se eligen de acuerdo al vigor de las plantas lo cuál depende de la variedad, sin embargo en esta zona se han observado resultados favorables con un arreglo de 80 cm entre surcos y 30 cm entre plantas, con una densidad de población de 41,000 plantas por hectárea (Núñez, 2003).

Distancias más estrechas pueden ocasionar una fuerte competencia por luz y ataques de hongos en la planta y en los cálices. Para el desarrollo inicial sin embargo puede ser útil emplear distancias más estrechas para proteger rápidamente el suelo con la cobertura vegetal (y la supresión de malezas), en este caso es necesario un aclareamiento posterior (Larios, 1998).

El comercio exige cálices de color rojo oscuro para que las bebidas originadas de hibisco tengan el mismo color. Por lo tanto se debe considerar este aspecto al seleccionar tipos o variedades. Algunas especies son peludas lo que puede dificultar la cosecha, ésta característica también debería considerarse en la selección.

El peso de mil granos de semilla de la variedad "Americana", que es una semilla grande comparada con otras (ejemplo la variedad "violenta") es aproximadamente 29 gramos, el poder germinativo después de un año es todavía del 90%. Según la densidad de siembra el requerimiento de semillas para una hectárea es aproximadamente 2000 gramos (cuando es asociado con maíz). Un tratamiento químico de la semilla no es necesario (Larios, 1999).

2.4.2. Siembra en almácigos

Cuando hay escasez de semillas se puede sembrar primero en almácigo o invernadero. Esta técnica se recomienda cuando se combinará el hibisco con otros cultivos que ya están avanzados en su desarrollo. El hibisco no es muy sensible al trasplante y resiste también períodos cortos de sequía. El trasplante debería realizarse cuando la plántula alcance 20 cm de altura. Cuando el trasplante se realiza con plántulas más desarrolladas es posible una merma en la productividad aunque no hayan sido estas afectadas en el trasplante. La propagación mediante estacas es posible (Morton, 1987; Larios, 1998; Núñez, 2003)

2.4.3. Densidad de población

En el sur de Jalisco, el Centro Regional Universitario de Occidente de la Universidad Autónoma de Chapingo realizó un estudio de diferentes densidades: 60 mil plantas ha^{-1} para la variedad Americana, 50 mil plantas ha^{-1} para la variedad Vallarta, 40 plantas ha^{-1} para la variedad Tempranilla, 30 plantas ha^{-1} para la variedad Coneja. De estas variedades el mayor rendimiento obtenido fue de 680 kg ha^{-1} de cálices secos para la variedad Americana con una densidad de población de 60 mil plantas ha^{-1} (Larios, 2001).

Luna (1978), señaló que en un cultivo fenológicamente parecido a la jamaica como es el algodón los mejores rendimientos se obtuvieron a altas densidades de siembra, con densidades de población de 50, 100, y 200 mil plantas ha^{-1} reportando diferencias estadísticas significativas entre las densidades de 50 y 100 mil plantas ha^{-1} en donde los mejores rendimientos fue para las densidades de 100 mil plantas ha^{-1} .

Por su parte, Nuño en 1979 en un estudio con 25,000 y 75,000 plantas ha^{-1} de maíz, señaló que el efecto de la densidad se significa en un mayor efecto sobre

el rendimiento y que la mayor densidad de población (75,000 plantas ha⁻¹) mostró mayores rendimientos en comparación con las densidades bajas (25,000 plantas ha⁻¹).

Por otro lado, Morales (2001), menciona que la población óptima por unidad de superficie varia de acuerdo a la región agrícola y la ubicación geográfica en la que se encuentre y van a depender de sus condiciones ecológicas, edáficas, geográficas y la variedad para producir el máximo de rendimiento.

Al respecto Vargas (1997), evaluó los rendimientos de diferentes densidades de sorgo a 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500 Mil plantas ha⁻¹ estableciendo que las distintas densidades de siembra no influyen significativamente en el aumento o disminución del rendimiento por hectárea en el peso de la semilla.

Sin embargo Jiménez (1986), menciona que las siembras en condiciones de bajas densidades pueden compensar los rendimientos al producir un incremento en el peso del grano y el aumento del número de granos por mazorca y así compensar las bajas densidades de siembra.

2.5. Fertilización inorgánica

Las recomendaciones de fertilización indicadas son en concentraciones bajas comparadas con la de otros cultivos, para siembra en temporal pueden ser desde 4-6-7, hasta 20-20-10 kg de nitrógeno, fósforo, y potasio (NPK) respectivamente, aplicados todos juntos al momento de la siembra, o en la escarda presiembra, siempre y cuando se realice esta práctica. En condiciones de riego, en la actualidad aun se realizan trabajos sobre una recomendación técnica, lo que ofrece la oportunidad a otros investigadores de realizar ensayos de prueba y error para determinar los mejores tratamientos (Morton, 1987; Núñez, 2003).

2.5.1. Fertilización orgánica

En la producción orgánica de cálices de *hibisco* se queda prácticamente toda la materia orgánica en el área de influencia de la planta (Mulch) y ésta enriquece así el suelo con la aportación de la biomasa (Ndegwa, 2001). También en la producción de *hibisco* debería priorizarse el mejoramiento y la productividad del suelo, en el sentido de rescatar materia orgánica, microorganismos y mejorar la estructura del suelo dentro del sistema de la sustentabilidad, utilizando biorremediadores del suelo, como podrían ser la incorporación de la lombriz roja de california *Eisenia foetida*, la cual ha dado resultados sorprendentes al remediar suelos contaminados con hidrocarburos (González, 2001).

El interés que suscita el uso de la lombriz para aprovechar los recursos orgánicos en descomposición (Atiyeh *et al.*, 2000) permite mejorar la estructura de los suelos, gracias a la porosidad, aireación, drenaje y retención de agua que tiene la composta producida mediante el estiércol de algunos animales procesados en el tracto digestivo por la ingesta de la lombriz roja california (Edwards y L. Burrows, 1988). Los minerales que contiene presentan bajas cantidades de sales con una gran capacidad de intercambio iónico (Albanell *et al.*, 1988), aportan sustancias activas reguladoras para el crecimiento de la planta (Tomati *et al.*, 1990).

Estas sustancias activas son el nitrato, fósforo y agregados solubles (potasio, calcio y magnesio) fáciles de asimilar por las plantas, y que han sido procesados por el tracto digestivo de las lombrices, lo que permite a cualquier planta, nutrirse mediante la incorporación de este tipo de compostas (Orozco *et al.*, 1996). Existen algunos estudios del cultivo de la jamaica con la lombricomposta en charolas, en donde se utilizan distintos desperdicios orgánicos de alimento para la alimentación de las lombrices *Eisenia foetida* (Wilson y Carlie, 1989; Subler *et al.*, 1998; Atiyeh *et al.*, 1999).

Se ha confirmado que los desechos orgánicos tratados con la lombriz roja de California *Eisenia foetida* tienen efectos benéficos en el crecimiento y desarrollo de las plantas con ciclos más cortos y con mayor producción (Atiyeh *et al.*, 2000, y 2001).

Se hicieron pruebas en cultivos como leguminosas, hortalizas (Chan y Griffiths, 1988) y plantas de ornato (Atiyeh *et al.*, 2000). Carvalho *et al.* (2001), en donde se menciona que la lombricomposta contiene la cantidad de nutrientes suficientes para el desarrollo de algunas plantas. Con esto se pretende encontrar las cantidades adecuadas para nutrir a los cultivos y así pueda ser utilizada en forma masiva en los campos agrícolas (Soumare *et al.*, 2003) sin caer en excesos de inversión por parte de los agricultores (Nieto *et al.*, 2001).

Como lo señala Mena (2003), los abonos orgánicos a través de las compostas es la oportunidad para rescatar la agricultura tradicional que permite mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo, y que a su vez es una de las acciones que existen para mantener la biodiversidad en los agroecosistemas. Por su parte López y Avalos (2004) señalan que el abono orgánico de cualquier origen aunado a la labranza de conservación, así como la labranza cero permiten mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo, y afectan positivamente en el rendimiento del cultivo de maíz forrajero o algún otro cultivo

2.6. Manejo de cultivo

La jamaica se maneja como cualquier cultivo en condiciones de temporal, esto es: preparación de suelo a base de un paso de arado, rastra simple o cruzada, surcado, y siembra en tierra húmeda (Rojas, 1999).

El desarrollo inicial de las plantas es lento. Con siembra directa se requieren una o dos limpiezas más que todo de hierbas de crecimiento alto y gramíneas, y un levantamiento de surco (aporque) 35 días después de la siembra, una vez

que cierre el cultivo con follaje el espacio ya no será necesaria otra intervención más (Larios, 1998).

Las medidas para el control de malezas dependen de las condiciones de cada lugar y del sistema de cultivo, sin embargo para un manejo sustentable se recomienda por parte del Organismo Mundial de Regulación Orgánica (OMRI) la aplicación de 2 kg ha⁻¹ de sulfato de cobre diluidos en 200 litros de agua, este tratamiento se realiza postemergente cuando la maleza tiene una altura \pm de 5 cm, con una efectividad esperada del 80%; algunas de las malezas que controla este método son: *Amaranthus albus*, *Amarantus spp.*, *Cyperus rotundus*, *Cyperus sculentum*, *Helianthus annuus*, *Cosmos sulfureus*, *Chenopodium album*, *Titonia tubaeformis*, *Ipomea sp*, *Galinsoga perviflora*, *Panicum sp.*, *Ixophorus unisetus*, entre otros (ALAM, 1986; ASOMECCINA, 1991; UdG-CUCBA, 2003)

2.6.1. Cosecha

Como lo señalan Larios (1998) y Rojas (1999) la cosecha se inicia cuando la formación de cálices ha alcanzado su tamaño óptimo, de manera general este momento llega 15 a 20 días después de la floración, cuando las cápsulas están por abrirse. El fruto con los cálices se cortará manualmente en campo, rompiéndolo con la mano o cortándolo con cuchillo. A continuación debe separarse cuidadosamente la cápsula de los cálices adheridos. Para ello puede utilizarse un tubito metálico con filo con lo cuál la cápsula se corta ligeramente en la base para empujarlo hacia fuera. De igual forma se puede cortar completamente la planta y transportarla a patios, en donde se realiza la separación de cálices y capsulas (Teniente, 1983).

2.7. Sistemas de producción

En el Estado de Jalisco se pueden clasificar principalmente dos sistemas de producción de cultivos básicos:

2.7.1. Sistemas tradicionales

Como lo indican Pérez *et al.* (2003), en el sistema de "año y vez" y respetando la fase lunar, las parcelas entran en equilibrio y por lo general no se presentaban plagas en el cultivo, excepto el gusano cogollero (*Heliothis zea*), que se controlaba en forma natural por las lluvias y los hongos predadores locales.

Se entiende para "año y vez", donde un año se sembraba maíz y al siguiente año se metía al ganado a pastar. Las siembras se hacían según las características de los suelos, respetando siempre los efectos de la luna (luna nueva), a tierra venida (húmeda), sembrando en junio cuando los suelos eran fáciles de manejar con yunta de bueyes o troncos de mulas; y la cosecha se realizaba cuando había luna llena (Pérez *et al.*, 2003).

2.7.2. Sistemas con tecnología tradicional

Este sistema se viene aplicando en Jalisco desde los años sesenta; el Dr. Wellhausen, promotor de la "Revolución verde", basaba su estrategia en tres indicadores:

- a) uso de semilla mejorada,
- b) paquetes tecnológicos con la introducción de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, riego, así como la incorporación de maquinaria agrícola y
- c) buenos precios a los productos del campo (Pérez *et al.*, 2003).

De acuerdo con López *et al.* (2004), después de algunos años los resultados fueron espectaculares: en el cultivo de maíz se pasó de 300 a 1,300 kg ha⁻¹; el trigo de 700 a 3,200 y el frijol de 530 a 935 kg ha⁻¹, sin embargo como lo manifiestan Pérez *et al.* (2003) cuando la tecnología dominante destruye las bases de la producción futura al degradar el suelo y generar problemas por plagas, enfermedades y malezas, mantener un buen rendimiento se vuelve cada vez más difícil y costoso.

Por lo anterior y de acuerdo a lo que señala Morales (2004), el desarrollo rural sustentable contiene como uno de sus elementos centrales, la transición hacia una agricultura sustentable y multifuncional que incluya como criterios la autosuficiencia, la diversidad, la equidad, la productividad y la estabilidad. El diseño y puesta en marcha de estrategias de desarrollo que incluyan a la agricultura sustentable ha llevado a cuestionar a las ciencias agrícolas convencionales dirigidas a industrializar la agricultura y por supuesto, a emprender la construcción de propuestas científicas más amplias e incluyentes, capaces de aportar significativamente a formas alternativas de hacer agricultura.

2.7.3. Sistemas con agroplásticos

Otro sistema de producción, que merece hacer una mención aparte son los cultivos protegidos y los agroplásticos y de acuerdo con Shanmugasundaram *et al.*, (2002), quienes indican que los frutos que se producen en invernadero, se consideran de gran calidad, homogéneos, con grandes rendimientos, protegidos contra el medio ambiente, plagas, enfermedades y que se pueden producir fuera o dentro de la temporada propia de ese cultivo.

En un estudio, probaron diferentes cubiertas plásticas en el cultivo del banano y encontraron que los plásticos transparentes (similar a los que se utilizan en los invernaderos, polietileno de alta densidad calibre 50 HDT o 700 micras), lograron dar una vida verde más larga a los racimos, fruta con mayor contenido de agua, las frutas daban la apariencia de estar completamente maduras, tuvieron mayor cantidad y calidad de sólidos solubles totales. Las frutas cultivadas bajo cubierta plástica, fueron más atractivas, de un color verde oscuro uniforme. Señalan que esto se debe a que la luz filtrada le permitió a la piel sintetizar la clorofila. El daño por thrips fue de 3.2%, mientras que el testigo sin cubierta fue del 21.5%, pero para el caso de estudio estos sistemas de cultivos protegidos no se consideran como una solución alterna al menos para este caso de estudio.

2.8. Variables climáticas

De acuerdo con Villalpando (1990) uno de los indicadores más importantes en la evaluación de recursos agroclimáticos en una región, es la determinación de los periodos o estaciones de crecimiento disponibles para el desarrollo de cultivos.

La estación de crecimiento básicamente está determinada por la disponibilidad de agua y temperatura favorable para la producción de cultivos.

El inicio de la estación de crecimiento se obtiene cuando $P > 0.5$ ETP, esto también se determina con el inicio de la estación de lluvias; los factores que intervienen para el cálculo de la E.C. son los siguientes:

Periodo húmedo. Es el intervalo de tiempo en el cual la precipitación es mayor a la evapotranspiración potencial ($P > ETP$).

Terminación de la estación lluviosa. Termina cuando la $P = 0.5$ ETP, después del periodo húmedo.

Terminación del periodo de crecimiento. Depende de la cantidad de humedad almacenada en el suelo al finalizar la estación de lluvias. La duración de esta reserva de humedad dependerá de varios factores como profundidad del suelo; características físicas del suelo; patrón de desarrollo del cultivo, etc.

De acuerdo por lo señalado por la FAO (1978) los tipos de estación de crecimiento se clasifican en:

Estación de crecimiento normal, corresponde a la estación de crecimiento descrita anteriormente.

Estación de crecimiento intermedia, se define como aquella donde la $P < ETP$, pero $P > 0.5$ ETP. Es decir, no tiene periodos húmedos.

Estación de crecimiento húmeda todo el año. La precipitación media mensual excede la ETP mensual. $P > ETP$ todos los meses del año, la estación de crecimiento es de 365 días.

Estación de crecimiento seca todo el año. La precipitación media mensual para cada mes nunca excede a 0.5 ETP mensual. La estación de crecimiento es de 0 días.

Por su parte como lo señala Ruiz *et al.* (2002) es importante conocer las regiones geográficas óptimas, subóptimas y marginales, para el establecimiento de cualquier cultivo, en virtud de que los datos que surjan de esa información, como lo son todas las variables climáticas, permite la elaboración de mapas y cartas georreferenciadas que son de gran ayuda para cualquier proyecto agropecuario.

2.9. Importancia socioeconómica

Como lo señala Tovar (1996) a nivel mundial las ventas de productos orgánicos pasaron de 10 mil millones de dólares en 1997 a 20 mil millones en 2000, de los cuales 140 millones de dólares ingresan a México. Aquí se cultivan 103 mil hectáreas y 33 mil agricultores participan en esta actividad (Tovar, 1996). En el Estado de Jalisco los cultivos con manejo sustentable no representan una superficie significativa, lo cual se puede interpretar como una oportunidad para que el productor agrícola obtenga una nueva vía de producción (Tovar, 1996). El cultivo de la jamaica en la actualidad no representa un ingreso *per capita* rentable, que sea un indicador en la economía nacional, sin embargo, en los últimos 20 años el agricultor se ha interesado por incorporar cultivos alternativos que le ofrezcan una mejor condición económica.

De acuerdo a los datos estadísticos de la SAGARPA (2002), el cultivo de la jamaica es un cultivo cíclico, con una producción nacional de 100 toneladas, mientras que el maíz por ejemplo tiene una producción de 1'900,000 ton. Sin embargo como lo señala Núñez (2003), en lo que compete ampliamente la jamaica contra el maíz es en el precio de venta, ya que el valor histórico del maíz en 10 años se ha incrementado en un 30%, mientras que la jamaica en 1994 se comercializó a \$20.00 el kilogramo, en el año 2002 se comercializó a \$60.00, lo que indica un incremento en el valor directo de venta del 300%.

México ocupa el séptimo lugar en la producción de jamaica, superado por China, India, Sudán, Uganda, Indonesia y Malasia, y seguido por Filipinas, Taiwán, Guinea, Angola y Estados Unidos; tomando en cuenta la producción de cada continente, México ocupa el primer lugar en América seguido por Estados Unidos (Rojas, 1999).

La calidad de la jamaica que se produce en nuestro país es definitivamente más aceptable en los mercados internacionales y de mejor calidad que la de origen chino, tal es el caso comprobado de la jamaica que se consume tanto en el mercado latino de los Estados Unidos como en el de la ciudad de México (Estévez, 1989).

Por su parte Larios (1998) menciona que a nivel internacional para el año 1997, China se presentó como el país que tiene mayor superficie sembrada y mayor producción de jamaica, con 27,000 toneladas, el cual representó un 27 % de producción; la producción total México se ubica en séptimo lugar con un 5 % de producción, tal como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Producción mundial de jamaica para el año 1997

| País | Producción (ton) | % |
|-----------|------------------|--------|
| China | 27,200 | 27.76 |
| India | 17,550 | 17.91 |
| Sudán | 8,920 | 9.10 |
| Uganda | 8,230 | 8.40 |
| Indonesia | 6,100 | 6.23 |
| Malasia | 5,420 | 5.53 |
| México | 5,030 | 5.14 |
| Otros | 19,525 | 19.93 |
| Total | 97,975 | 100.00 |

Fuente: www.FAO.org/agriculture/estatictics

Cuadro 2. Rendimiento de la jamaica por país para 1997

| País | Rendimiento por hectárea (kg) |
|-----------|-------------------------------|
| China | 2,000 |
| India | 1,500 |
| Sudán | 910 |
| Uganda | 730 |
| Indonesia | 310 |
| México | 291 |

Fuente: www.FAO.org/agriculture/statistics. 1997

En la actualidad los países que más demandan este producto son: Japón, Estados Unidos, Francia y Alemania, quienes tienen un consumo *per cápita* de 2.5 kg de jamaica al año y es muy probable que con los recientes descubrimientos de sus propiedades curativas que se le han encontrado, aumenten los mercados para este producto, ya no sólo en los países con un gran desarrollo industrial que son los que más demandan los productos naturales, si no también en los países en donde existe mucha población de pocos recursos ya que es un producto de bajo precio (Rojas, 1999).

De este cultivo dependen alrededor de 25 mil familias campesinas de las cuales un 50 % son del Estado de Guerrero, específicamente de la región de la Costa Chica (Rojas, 1999).

La producción de jamaica por estado se encuentra localizada en orden de importancia en el siguiente Cuadro:

Cuadro 3. Principales estados productores de jamaica en México (toneladas)

| Estado | 1989 | 1996 | 1997 | 1999 | 2000 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Guerrero | 1,930 | 4,622 | 1,408 | 6,483 | 2,698 |
| Oaxaca | ---- | 367 | 67 | 613 | 910 |
| Nayarit | 27 | 55 | 55 | 53 | 164 |
| Michoacan | ---- | 6 | 40 | 63 | 51 |
| Jalisco | ---- | ---- | 36 | 7 | 8 |
| Otros | 36 | 62 | 58 | 365 | 230 |
| Nacional | 1,993 | 5,112 | 1,664 | 7,584 | 4,059 |

Fuente: ASERCA 2002

Cuadro 4. Producción nacional de jamaica para el ciclo p-v 2000

| Estado | Superficie sembrada (ha) | | | Superficie cosechada (ha) | | | Producción (ton) | | |
|-----------|-----------------------------|-----------|--------|------------------------------|--------|--------|---------------------|--------|-------|
| | Riego | Temp * | Total | Riego | Temp * | Total | Riego | Temp * | Total |
| Campeche | | 260 | 260 | | 260 | 260 | | 100 | 100 |
| Colima | | 159 | 159 | | 157 | 157 | | 78 | 78 |
| Guerrero | | 14,652 | 14,652 | | 14,652 | 14,652 | | 2,698 | 2,698 |
| Jalisco | | 9 | 9 | | 9 | 9 | | 8 | 8 |
| Michoacán | | 308 | 308 | | 168 | 168 | | 51 | 51 |
| Morelos | 11 | 35 | 46 | 11 | 35 | 46 | 11 | 35 | 46 |
| Nayarit | | 315 | 315 | | 315 | 315 | | 164 | 164 |
| Oaxaca | | 2,600 | 2,600 | | 2,600 | 2,600 | | 910 | 910 |
| Puebla | | 25 | 25 | | 25 | 25 | | 3 | 3 |
| Total | 11 | 18,363 | 18,374 | 11 | 18,221 | 18,232 | 11 | 4,048 | 4,059 |

Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA, 2001.

* temp= temporal

Cuadro 5. Rendimiento nacional para el cultivo de jamaica en el ciclo p-v 2000

| Estado | Rendimiento (ton/ha) | | | Precio medio rural (m\$ / ton) | | | Valor de la producción (miles de pesos) | | |
|-----------|---------------------------|--------|-------|-----------------------------------|--------|-------|--|---------|---------|
| | Riego | Temp * | Total | Riego | Temp * | Total | Riego | Temp * | Total |
| Campeche | | 0.385 | 0.385 | | 22,5 | 22,5 | | 2.250 | 2,250 |
| Colima | | 0.498 | 0.498 | | 41,4 | 41,4 | | 3.229 | 3,229 |
| Guerrero | | 0.184 | 0.184 | | 26,5 | 26,5 | | 71,497 | 71,497 |
| Jalisco | | 0.889 | 0.889 | | 34,8 | 34,8 | | 0.278 | 0.278 |
| Michoacán | | 0.307 | 0.307 | | 27,7 | 27,7 | | 1.431 | 1,412 |
| Morelos | 1.00 | 1.000 | 1.000 | 23,0 | 20,0 | 20,7 | 253 | 0.700 | 952 |
| Nayarit | | 0.519 | 0.519 | | 33,0 | 33,0 | | 5.415 | 5,412 |
| Oaxaca | | 0.350 | 0.350 | | 29,5 | 29,5 | | 26,845 | 26,845 |
| Puebla | | 0.120 | 0.120 | | 45,0 | 45,0 | | 135 | 135 |
| Total | 1.00 | 0.222 | 0.223 | 23,0 | 27,6 | 27,6 | 253 | 111,946 | 111,732 |

Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA, 2001.

* temp= temporal

Cabe mencionar que aunque no se menciona al Estado de Colima, este se ha caracterizado en los últimos años por producir una jamaica de buena calidad y en consecuencia el precio al que es cotizada su producción se encuentra entre las mejores del país.

En relación al caso de estudio, la jamaica debe ser sometida a un estudio socioeconómico en el que se compare con indicadores económicos, y de acuerdo a lo que señala Vargas (2004), la economía se ocupa de la forma en que las necesidades y los deseos de los individuos se convierten en un número limitado de bienes materiales y servicios mediante el uso juicioso de los recursos, en este caso el cultivo de la jamaica.

El punto de equilibrio económico, es el punto de partida para la elaboración de un proyecto de manejo de agricultura sustentable; para lo cual se deben prever tres escenarios económicos: déficit $R < GT$, equilibrio $R = GT$ y superávit $R > GT$ (Vargas, 2004), donde:

$R < GT$:

R: Ingreso por venta de producto es menor al gasto total de la inversión.

$R = GT$

R: Ingreso por venta de producto es igual al gasto total de la inversión

$R > GT$

R: Ingreso por venta de producto es mayor al gasto total de la inversión

Como lo indica Vargas (2004), los datos de los diferentes sistemas productivos deben procesarse para el cálculo del punto de equilibrio y de esta manera emitir un juicio para poder realizar cualquier proyecto agrícola.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Fertilización orgánica

3.2. Variables de estudio

En los experimentos las variables que se midieron fueron las responsables de las características fenológicas del cultivo de la jamaica: diámetro basal del tallo en cm, altura de planta en cm, número de ramas, número de cáliz por rama y por planta, las cuales se consideran como variables discretas, y nos permiten hacer inferencias de la relación que existe entre cada una de estas variables y el rendimiento. Además como variables continuas se considero al rendimiento de cáliz fresco y de cáliz seco.

Se utilizaron datos de rendimiento y costos de cultivo registrados en los lotes experimentales en el año 2005. La siembra se realizó con la variedad "Americana" en diferentes sistemas productivos, fechas y localidades del estado de Jalisco, mediante 3 semillas por golpe y una densidad aproximada de 45,000 plantas ha⁻¹, para la cual se utilizó la formula de densidad de población:

$$D.P. = \frac{\text{Área}}{(\text{Distancia/plantas}) (\text{Distancia/surcos})}$$

3.3. Características del trabajo de laboratorio

Una vez colectados los materiales vegetativos de la jamaica en campo se trasladaron a los laboratorios del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara en donde se determino el peso del cáliz.

Se desprendió el cáliz de la cápsula en donde quedó la semilla y se peso en la balanza granataria digital marca. Ohaus, se deshidrataron los cálices de la jamaica en horno con circulación de aire a 70° C hasta peso constante y se pesaron nuevamente en balanza granataria digital para determinar el peso individual.

Se midió y analizó el comportamiento en rendimiento de la aplicación de fertilizante orgánico, mediante compostas con origen de la vermicomposta, aplicado al suelo, así como los ácidos humicos líquidos aplicados en forma foliar.

3.4. Experimento con vermicomposta en Villa Corona, Jalisco, 2005

Para el diseño experimental, se realizó un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y cuatro repeticiones con una parcela experimental de cuatro surcos de 10.0 m y una parcela útil de 20 plantas de los dos surcos centrales, se utilizó para el tratamiento (1) 33 gramos de vermicomposta por planta, para el tratamiento (2) 66 gramos de vermicomposta por planta, para el tratamiento (3) 99 gramos de vermicomposta por planta, y un testigo sin abono.

Manejo agronómico: la siembra se realizo el 20 de junio de 2005 a tierra seca, con siembra directa 3 semillas por golpe, a una distancia entre plantas de 33 cm y una separación entre surcos de 80 cm, lo que arroja una densidad de población de 37,878 plantas ha⁻¹. Para el control de maleza se realizo una rastra de presiembra y dos deshierbes manuales.

3.5. Experimento con vermicomposta en Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco, 2005

Para el diseño experimental, se realizó un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y cuatro repeticiones con una parcela experimental de cuatro surcos de 10.0 m y una parcela útil de 20 plantas de los dos surcos centrales, se utilizó para el tratamiento (1) 33 gramos de vermicomposta por planta, para el tratamiento (2) 66 gramos de vermicomposta por planta, para el tratamiento (3) 99 gramos de vermicomposta por planta, y un testigo sin abono.

Manejo agronómico: la siembra se realizó el 29 de junio de 2005 a tierra venida (humedad), con siembra directa 3 semillas por golpe, a una distancia entre plantas de 33 cm y una separación entre surcos de 80 cm, lo que arroja una densidad de población de 37,878 plantas ha⁻¹. Para el control de maleza se realizó una rastra de presiembra y dos deshierbes manuales.

3.6. Experimento con aplicación foliar en Villa Corona, Jalisco, 2005

El diseño experimental: se realizó un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y cuatro repeticiones con una parcela experimental de cuatro surcos de 10.0 m y una parcela útil de 20 plantas de los dos surcos centrales, se utilizó para el tratamiento (1) una aplicación de Té al 10%, para el tratamiento (2) dos aplicaciones de Té al 10%, para el tratamiento (3) tres aplicaciones de Té al 10% de vermicomposta, y un testigo sin abono.

Manejo agronómico: la siembra se realizó el 20 de junio de 2005 a tierra seca, con siembra directa 3 semillas por golpe, a una distancia entre plantas de 33 cm y una separación entre surcos de 80 cm, lo que arroja una densidad de población de 37,878 plantas ha⁻¹. Para el control de maleza se realizó una rastra de presiembra y dos deshierbes manuales.

3.7. Experimento con aplicación foliar en Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco, 2005

Diseño experimental: se realizó un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y cuatro repeticiones con una parcela experimental de cuatro surcos de 10.0 m y una parcela útil de 20 plantas de los dos surcos centrales, se utilizó para el tratamiento (1) una aplicación de Té al 10%, para el tratamiento (2) dos aplicaciones de Té al 10%, para el tratamiento (3) tres aplicaciones de Té al 10% de vermicomposta, y un testigo sin abono.

Manejo agronómico: la siembra se realizó el 29 de junio de 2005 a tierra seca, con siembra directa 3 semillas por golpe, a una distancia entre plantas de 33 cm y una separación entre surcos de 80 cm, lo que arroja una densidad de población de 37,878 plantas ha⁻¹. Para el control de maleza se usó una rastra de presiembra y dos deshierbes manuales.

3.8. Análisis estadístico

Los resultados se analizaron a través del paquete estadístico Rohm and Haas Company "Master", versión 2000, con un nivel de confianza $P=0.05$ Tukey's en la forma siguiente:

Los datos se capturaron en la bitácora de campo, y después en una hoja de cálculo electrónico en el programa Microsoft Excel, se realizaron seis columnas, para cada una de las variables y se obtuvieron los promedios de cada variable de estudio, una vez realizada esta operación, los datos así obtenidos se trasladaron al programa Master y se capturaron electrónicamente para su corrida estadística.

El modelo estadístico para Bloques al azar que se utilizó fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Variable estudiada

μ = Media muestral

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j-ésimo bloque

E_{ij} = Error experimental

i = 1, 2, 3,4, número de tratamientos

j = 1, 2, 3,4, número de bloques

3.9. Muestreo

La toma de muestra se realizó previa determinación del tamaño de muestra la cual fue en forma aleatoria (Tamayo, 1999), 20 plantas de cada repetición de los surcos centrales, de las cuales se tomaron medidas y pesos de cálices, de materia seca, y material vegetativo.

El muestreo aleatorio en las diferentes etapas de desarrollo permitió identificar la secuencia de las etapas agronómicas del cultivo y de esta manera caracterizar las manifestaciones de cada una de las etapas fenológicas del cultivo, además de la duración en días de estas etapas, y sirvió de base para fundamentar posteriores simulaciones y predicciones para el cultivo de jamaica. El muestreo se desarrollo durante el ciclo primavera – otoño 2005.

4. Investigación socioeconómica

Variables respuesta: costo del cultivo (CVT), peso seco del cáliz y rendimiento en kg ha^{-1} . Para el análisis de los datos obtenidos de los diferentes sistemas productivos se procesaron mediante la formula propuestas por Vargas (2004) $q = f(L, K, T)$, en donde q = cantidad producida en el periodo, f = Tierra y capital; Tecnología concreta aplicada que permite transformar los factores en productos, y L, K, T = cantidades empleadas de los factores de trabajo.

Para el calculo del punto de equilibrio se ajusto a la formula (4) $R=GT; U=0$

En donde:

$$R=GT$$

R= Ingreso por ventas del producto;

GT = Gasto Total de la inversión;

U = diferencia entre ingreso total y gasto total.

$$U=0$$

Quando la utilidad esperada es mayor al gasto total de la inversión, se presume que el equilibrio económico se encuentra presente, y no así en el sentido de que la utilidad esperada sea igual a cero.

Por otra parte, es importante conocer la demanda del producto versus el precio del bien, aunado a la oferta y la demanda, tal como lo señala Vargas (2004), quien indica que los factores que determinan la oferta son:

1. Objetivos de la empresa
2. Cambios tecnológicos
3. Precio de los bienes o servicios
4. Costos de producción
5. Precio de los demás bienes

El monocultivo en temporal ofrece la mejor alternativa en relación al uso del suelo, en virtud de la adaptación de este cultivo a condiciones extremas (sequía e inundación) y el poco riesgo de manejo poscosecha.

Estos datos coinciden a lo reportado por Larios (2002), quien señaló que la jamaica asociada con maíz es una forma de subsistencia tradicional, pero de acuerdo con Estévez (1998), la jamaica necesita integrarse a la cadena productiva mediante la industrialización para que pueda ser competitiva.

En relación a la determinación del punto de equilibrio, se observó como resultado una ecuación lineal en la que se cruzan las líneas de un histograma los valores de los 800 kg/ha⁻¹ con el costo de cultivo de *15750.00, **11700.00, sin embargo en la gráfica el valor aproximado de inversión es de \$23,500.00, (Cuadro 6) (Graficas 1 y 2).

En relación al cuadro 6 el valor que se obtuvo de 800 kg/ha⁻¹ es el mínimo de producción de jamaica, para que ese sistema se considere como viable, ya que una producción menor a la esperada significa pérdida.

Figura 1. Ecuación de regresión del costo – rendimiento en jamaica

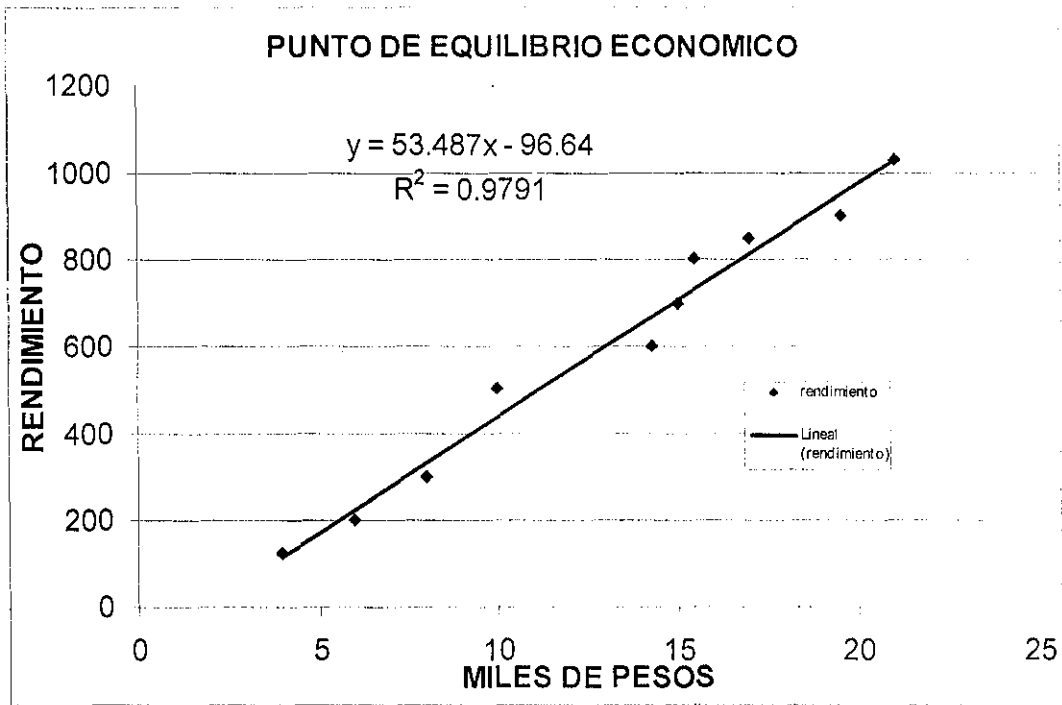
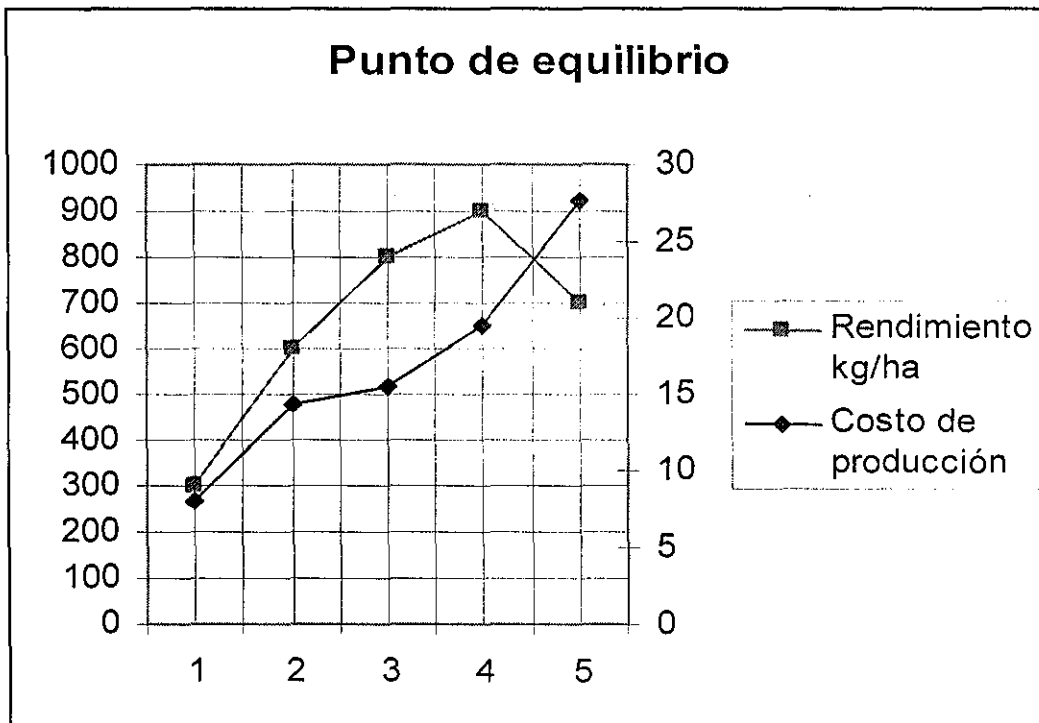


Figura 2. Punto de equilibrio económico en jamaica ciclo P-O 2005



En la Figura 1, se incluyen las medias de los experimentos establecidos en la producción a cielo abierto de temporal. Además se observa una regresión lineal perfecta en el sentido de que a mayor gasto mayor rendimiento, sin embargo una vez rebasada la producción esperada, esta regresión se hace asintótica, esto es; no responde al mayor gasto mayor rendimiento, sino que la jamaica tiene un rendimiento normalizado y esperado, el cual no incrementara su rendimiento aunque se le agregue mayor gasto.

En la Figura 2, se presenta el mínimo de producción de jamaica para que sea costeable este cultivo, el cual se ubica en los 800 kilogramos por hectárea,

El punto de equilibrio en donde se cruzan las líneas de rendimiento y costo de producción es la media esperada en el sistema de producción en temporal para el cultivo de la jamaica en los municipios de Tlajomulco de Zúñiga y Villa Corona Jalisco.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo, se presentan los datos de los análisis de varianza, para las variables agronómicas responsables del comportamiento productivo del cultivo de jamaica, las cuales fueron: diámetro basal, altura de planta, número de ramas, número de cálices por planta y peso seco de cáliz.

Los resultados que a continuación se describen aportan la oportunidad de establecer en el Estado de Jalisco el cultivo de la jamaica, en condiciones de temporal, con aplicación de abono orgánico, teniendo como fuente la vermicomposta. Además se pudo observar que los tratamientos con diferentes formas de fertilización orgánica (en forma de composta directa al suelo y en forma de Té o sea foliar dirigida al follaje) afecta a las variables agronómicas y desde luego al rendimiento esperado de cáliz seco de jamaica.

En el cuadro 6, se concentraron los análisis de varianza de las variables en un cuadro que se denomina cuadrados medios en los cuales se presentan los resultados con un asterisco* para los que tengan significancia estadística, y doble asterisco** para los que sean altamente significativos (probabilidad de confianza al 95%) de los análisis de varianza, para las variables agronómicas sometidas a estudio, se observa que en todos los casos existieron diferencias estadísticas significativas y altamente significativas, entre los tratamientos y las repeticiones, lo que se describirá a continuación en forma particular para cada una de las variables.

5.1. Experimento con vermicomposta en Villa Corona, Jalisco, ciclo P-O 2005

Cuadro 7. Cuadrados medios de las variables sometidas a estudio en el cultivo de jamaica, Villa Corona, Jalisco., 2005

| F. V. | GL | Diámetro basal | Altura de planta | Numero de ramas | Numero de cálices | Rendimiento en kg/ha |
|--------------|----|----------------|------------------|-----------------|-------------------|----------------------|
| Tratamientos | 3 | 44.360970** | 0.024542** | 5.729167* | 148.50000** | 130593.000** |
| Bloques | 3 | 2.567583** | 0.001574** | 1.395833 | 8.16667** | 1323.66667** |
| Error | 9 | 1.158295 | 0.001381 | 2.284722 | 1.33333 | 732.55556 |
| Total | 15 | | | | | |
| C.V. | | 2.12 | 5.66 | 12.03 | 2.16 | 1.84 |

Cuadro 8. Medias de las variables de estudio en jamaica con aplicación de vermicomposta, Villa Corona, Jalisco., 2005

| Tratamientos | Altura de Planta (m) | Diámetro basal de tallo (mm) | Numero de ramas | Numero de cáliz por planta | Producción cáliz seco Kg ha ⁻¹ |
|--------------------|----------------------|------------------------------|-----------------|----------------------------|---|
| Vermicomposta 33 g | 1.780a | 17.25b | 13.5a | 57.3a | 1545.5b |
| Vermicomposta 66 g | 1.790a | 21.45a | 12.3a | 51.3b | 1440.5c |
| Vermicomposta 99 g | 1.808a | 22.13a | 13.5a | 59.5a | 1668.5a |
| Testigo s/a | 1.63b | 15.20b | 11.0a | 46.0c | 1242.5d |
| HSD Tukey .05 | 0.0819 | 2.373 | 3.33 | 2.55 | 59.68 |

Con respecto a las pruebas de medias de las variables agronómicas medidas, en general podemos decir que en todas las variables hubo respuesta a los tratamientos por lo que se demuestra en las diferencias significativas de las pruebas de medias, lo que se aprecia en los Cuadros 6 y 7.

En relación con la altura de planta, se puede observar que la mejor respuesta fue con la vermicomposta 99 gramos por planta, con una altura de 1.808 m, y que todos los tratamientos fueron estadísticamente distintos, situación por la que se generaron dos grupos de medias. Aunque cabe señalar, que por tratarse de una variedad de jamaica (variedad americana), el comportamiento entre la altura de planta, puede estar influenciado por esa condición y no por los tratamientos de abono orgánico. El C.V., es muy bajo con un 2.12%, lo que nos indica que la altura es una variable bien definida.

Para la variable diámetro basal se puede observar que la mejor respuesta de la planta se obtuvo con el tratamiento Vermicomposta con 99 gramos por planta con un diámetro de 22.13 mm, donde en el análisis de varianza se mostró que hubo diferencias altamente significativas, lo que coincide con el coeficiente de variación de menos del 6% lo que le da certeza a los resultados obtenidos en el campo como respuesta a los tratamientos. Lo anterior indica que los diferentes tratamientos tienen influencia en el grueso del tallo, lo que puede favorecer la robustez del tallo y por consiguiente la robustez de la planta.

Con respecto al número de ramas, para esta variable agronómica sólo se presentó un grupo, la media oscila entre doce ramas productoras, se denomina de esa manera para diferenciar las ramas que no producen, a estas ramas también se les conoce como "chupones", y aunque producen mucho follaje, no producen cáliz. En cuanto al coeficiente de variación, fue muy bajo con un 12.03%, lo que se puede considerar como un manejo muy adecuado del experimento, pero también puede significar que el comportamiento de número de ramas es muy homogéneo en la variedad Americana.

La influencia que pudiera tener la aplicación de abonos orgánicos, se ve minimizada por el efecto genético de la variedad.

El número de cálices por planta, es una variable muy importante, ya que el comportamiento de esta variable influye directamente en la respuesta al rendimiento, y el mejor tratamiento para este experimento fue con la aplicación de vermicomposta con 99 gramos por planta. Aquí hay que señalar que el número de cálices se ajustó únicamente a aquellos cálices que se consideraron aptos para corte, ya que en una sola rama se presentan hasta 20 cálices, pero sólo cuatro o cinco son de tamaño y peso óptimo para cosecharse. El criterio que se utilizó para discriminar a los cálices no aptos fue una selección manual para los cálices que tenían un tamaño polar superior a los cinco centímetros y un tamaño ecuatorial superior a los siete centímetros.

La variable rendimiento de cáliz seco, tuvo un comportamiento esperado en relación a los comportamientos de las demás variables, ya que se manifestaba mejores comportamientos con vermicomposta con 99 gramos por planta, por lo que se presumía desde el principio que ese era el mejor tratamiento, con un rendimiento de 1,668 kg/ha, con un C.V. de 1.8%, lo que nos da la certeza del manejo del experimento y por consiguiente los resultados. Aunque las medias se definieron en cuatro grupos, fue la única variable que presentó esta condición, ya que las otras variables se agruparon en dos grupos.

El hecho de haber establecido el mismo experimento en dos localidades, permite aceptar los resultados de la investigación, los cuales coinciden con Grandy *et al.* (1996), quienes señalan que el incorporar compostas orgánicas al suelo, produce incrementos en los rendimientos de las cosechas, así como mejoras en la estructura del suelo, y a menudo ésta incorporación mejora suelos erosionados.

5.2. Experimento con aplicación foliar en Villa Corona, Jalisco, 2005

Cuadro 9. Medias de las variables de estudio en jamaica con aplicación de Té de vermicomposta, en Villa Corona, Jalisco., 2005

| Tratamientos | Altura de Planta (m) | Diámetro basal de tallo (mm) | Número de ramas | Número de cáliz por planta | Producción cáliz seco Kg ha ⁻¹ |
|--------------|----------------------|------------------------------|-----------------|----------------------------|---|
| 10litros | 1.805 | 15.77 | 11.5 | 49.5 | 1,381 |
| 20 litros | 1.825 | 19.42 | 10.8 | 50.8 | 1,371 |
| 30 litros | 1.830 | 20.25 | 10.8 | 50.5 | 1340 |
| Testigo s/a | 1.630 | 15.95 | 8.0 | 44.8 | 1102 |
| HSD | 0.09851 | 2.541 | 2.70 | 5.41 | 178.46 |
| Tukey .05 | | | | | |

Cuadro 10. Cuadrados medios de las variables sometidas a estudio en el cultivo de jamaica en Villa Corona, Jalisco., 2005

| F. V. | G L | Diámetro basal | Altura de planta | Numero de ramas | Numero de cálices | Rendimiento en kg/ha |
|--------------|-----|----------------|------------------|-----------------|-------------------|----------------------|
| Tratamientos | 3 | 21.541167* | 0.036568** | 9.50000** | 31.416667** | 69704.1666** |
| Bloques | 3 | 0.787878 | 0.002351* | 1.00000* | 9.75000** | 34787.5000** |
| Error | 9 | 1.327941 | 0.001994 | 1.50000 | 6.027778 | 6550.00000 |
| Total | 15 | | | | | |
| C.V. | | 6.46 | 2.52 | 11.95 | 5.02 | 6.23 |

Con respecto a las pruebas de medias de las variables agronómicas medidas, en general podemos decir que en todas las variables hubo respuesta a los tratamientos por lo que se demuestra en las diferencias significativas de las pruebas de medias, como se muestra en los cuadros 8 y 9.

En relación con la altura de planta, se puede observar que la mejor respuesta fue con la Vermicomposta líquida con tres aplicaciones, equivalente a 30 litros por hectárea, con una altura de 1.830 m, y que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales (sin incluir al testigo), situación que generó dos grupos de medias, predominando el grupo "a" en tres tratamientos. Aunque cabe señalar, que por tratarse de una variedad de jamaica (variedad americana), el comportamiento entre la altura de planta puede estar influenciada por esa condición y no por los tratamientos de abono orgánico.

Para la variable diámetro basal se puede observar que la mejor respuesta de la planta se obtuvo con el tratamiento Vermicomposta líquida con tres aplicaciones, con un diámetro de 20.25 mm, donde en el análisis de varianza se mostró que hubo diferencias altamente significativas, lo que coincide con el coeficiente de variación de menos del 7% lo que le da certeza a los resultados obtenidos en el campo como respuesta a los tratamientos. Lo anterior indica que los diferentes tratamientos tienen influencia en el grosor del tallo, lo que puede favorecer la robustez del tallo y por consiguiente la robustez de la planta.

Con respecto al número de ramas, para esta variable agronómica sólo se presentó un grupo para los tratamientos y un grupo para el testigo, la media oscila entre 11 ramas productoras. En cuanto al coeficiente de variación, fue muy bajo con un 11.95%, lo que se puede considerar como un manejo muy adecuado del experimento, pero también puede significar que el comportamiento de número de ramas es muy homogéneo en la variedad Americana. La influencia que pudiera tener la aplicación de abonos orgánicos, se ve minimizada por el efecto genético de la variedad.

El número de cálices por planta, es una variable muy importante, ya que el comportamiento de esta variable influye directamente en la respuesta al rendimiento, y el mejor tratamiento para este experimento fue con la aplicación de Vermicomposta líquida con tres aplicaciones. Aquí hay que señalar que el número de cálices se ajustó únicamente a aquellos cálices que se consideraron aptos para corte, ya que en una sola rama se presentan hasta 20 cálices, pero sólo cuatro o cinco son de tamaño y peso óptimo para cosecharse.

La variable rendimiento de cáliz seco, tuvo un comportamiento no esperado en relación a los comportamientos de las demás variables, ya que se manifestaban mejores comportamientos con Vermicomposta líquida con tres aplicaciones, por lo que se presumía desde el principio que ese era el mejor tratamiento, sin embargo para esta variable el mejor comportamiento fue el tratamiento con dos aplicaciones de Vermicomposta líquida con un rendimiento de 1,371 kg/ha, con un C.V. de 6.23%, lo que nos da la certeza del manejo del experimento y por consiguiente los resultados. Aunque las medias en general se definieron en dos grupos, esta variable también presentó esta condición.

La vermicomposta líquida es conocida también como ácidos húmicos, esto coincide a lo señalado por Mackowiak *et al.* (2001), quienes describen que el HA (Humic acid) es el resultado de la descomposición de la materia orgánica

5.3. Experimento con vermicomposta en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, P-O 2005

Cuadro 11. Medias de producción en jamaica con vermicomposta, en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco., 2005

| Tratamientos | Altura de Planta (m) | Diámetro basal de tallo (mm) | Número de ramas | Número de cáliz por planta | Producción cáliz seco kg ha ⁻¹ |
|--------------------|----------------------|------------------------------|-------------------|----------------------------|---|
| Vermicomposta 33 g | 1.575a | 16.02a | 8.8 ^a | 35.8bc | 974.0a |
| Vermicomposta 66 g | 1.520a | 16.45a | 10.5 ^a | 44.5ab | 1115.0a |
| Vermicomposta 99 g | 1.567a | 18.38a | 10.5 ^a | 47.5a | 1055.0a |
| Testigo s/a | 14.90a | 14.90a | 8.3 ^a | 30.8c | 787.5b |
| HSD Tukey .05 | 0.1423 | 3.604 | 2.44 | 9.87 | 149.80 |

Cuadro 12. Cuadrados medios de las variables sometidas a estudio en jamaica con vermicomposta, en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco., 2005

| F. V. | G L | Diámetro basal | Altura de planta | Numero de ramas | Numero de cálices | Rendimiento en kg/ha |
|--------------|-----|----------------|------------------|-----------------|-------------------|----------------------|
| Tratamientos | 3 | 8.384169** | 0.016573** | 5.50000** | 239.416667** | 81212.25000** |
| Bloques | 3 | 0.475833 | 0.000523 | 1.50000** | 31.750000** | 10748.91667** |
| Error | 9 | 2.670833 | 0.004167 | 1.22222 | 20.027778 | 4615.583333 |
| Total | 15 | | | | | |
| C.V. | | 9.94 | 4.23 | 11.64 | 11.29 | 6.91 |

Con respecto a las pruebas de medias de las variables agronómicas medidas, que se muestran en los cuadros 10 y 11, en general podemos decir que todas las variables hubo respuesta a los tratamientos por lo que se demuestra en las diferencias significativas de las pruebas de medias.

En relación con la altura de planta, se puede observar que la mejor respuesta fue con la vermicomposta con 33 gramos por planta, con una altura de 1.575 m, y que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales, situación por la que se generó un solo grupo de medias. El C.V., es muy bajo con un 4.23%, lo que nos indica que la altura es una variable bien definida.

Para la variable diámetro basal se puede observar que la mejor respuesta de la planta se obtuvo con el tratamiento Vermicomposta con 66 gramos por planta con un diámetro de 16.45 mm, donde en el análisis de varianza se mostró que hubo diferencias altamente significativas, no así en la prueba de medias, ya que solo se originó un solo grupo. El coeficiente de variación fue de menos del 10% lo que le da certeza a los resultados obtenidos en el campo como respuesta a los tratamientos. Lo anterior indica que los diferentes tratamientos no han influido en el diámetro basal.

Con respecto al número de ramas, para esta variable agronómica sólo se presentó un grupo, la media oscila entre diez ramas productoras, En cuanto al coeficiente de variación, fue muy bajo con un 8.3%, lo que se puede considerar como un manejo muy adecuado del experimento, pero también puede significar que el comportamiento de número de ramas es muy homogéneo en la variedad Americana.

El número de cálices por planta, es una variable muy importante, ya que el comportamiento de esta variable influye directamente en la respuesta al rendimiento, y el mejor tratamiento para este experimento fue con la aplicación de vermicomposta con 99 gramos por planta. Aquí hay que señalar que el número de cálices se ajustó únicamente a aquellos cálices que se consideraron

aptos para corte, ya que en una sola rama se presentan hasta 20 cálices, pero sólo cuatro o cinco son de tamaño y peso óptimo para cosecharse.

La variable rendimiento de cáliz seco, tuvo un comportamiento no esperado en relación a los comportamientos de las demás variables, ya que se manifestaban mejores comportamientos con vermicomposta con 99 gramos por planta, por lo que se presumía desde el principio que ese era el mejor tratamiento, sin embargo el mejor tratamiento fue el de 66 gramos por planta con un rendimiento de 1,115 kg/ha, con un C.V. de 6.91%, lo que nos da la certeza del manejo del experimento y por consiguiente los resultados. Aunque las medias se definieron en dos grupos, fue la única variable que presentó esta condición, ya que las otras variables se agruparon en un solo grupo.

El mejor tratamiento fue el de vermicomposta con 99 gramos por planta, que equivale a 3.96 ton/ha de vermicomposta, pero fue mejor aún el experimento en la población de Villa Corona, Jalisco,

5.4 Experimento con aplicación foliar en Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco, P-O 2005

Cuadro 13. Medias en jamaica mediante Té de vermicomposta

| Tratamientos | Altura de Planta (m) | Diámetro basal de tallo (mm) | Número de ramas | Número de cáliz por planta | Producción de cáliz seco kg ha ⁻¹ |
|----------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------|----------------------------|--|
| vermicomposta liq. 10 l/ha | 1.683a | 15.70b | 10.8a | 38.5a | 1222.3a |
| vermicomposta liq. 20 l/ha | 1.743a | 16.27ab | 9.8a | 40.3a | 1251.0a |
| vermicomposta liq. 30 l/ha | 1.755a | 18.38a | 9.5a | 36.5a | 1161.3a |
| Testigo s/a | 1.683a | 13.90b | 11.5a | 34.8a | 1005.0a |
| HSD Tukey .05 | 0.1686 | 2.467 | 4.46 | 7.78 | 263.72 |

Cuadro 14. Cuadrados medios de las variables sometidas a estudio

| F. V. | G L | Diámetro basal | Altura de planta | Numero de ramas | Numero de cálices | Rendimiento en kg/ha |
|--------------|-----|----------------|------------------|-----------------|-------------------|----------------------|
| Tratamientos | 3 | 13.600795** | 0.005958** | 3.416667* | 22.8333** | 48243.41666** |
| Bloques | 3 | 5.149127** | 0.001907 | 2.250000 | 48.50000** | 36571.750000* |
| Error | 9 | 1.251963 | 0.005845 | 4.083333 | 12.44444 | 14304.027778 |
| Total | 15 | | | | | |
| C.V. | | 6.97 | 4.46 | 19.48 | 9.41 | 10.31 |

En base a las pruebas de medias de las variables agronómicas medidas, que se muestran en los cuadros 12 y 13, en general podemos decir que en todas las variables hubo respuesta a los tratamientos por lo que se demuestra en las diferencias significativas de la prueba de medias.

En relación con la altura de planta, se puede observar que la mejor respuesta fue con la vermicomposta líquida con tres aplicaciones, equivalente a 30 litros por hectárea, con una altura de 1.755 m, y que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales (incluido el testigo), situación que generó un solo grupo de medias, predominado el grupo "a" en tres tratamientos. Aunque cabe señalar, que por tratarse de una variedad de jamaica (variedad americana), el comportamiento entre la altura de planta, puede estar influenciado por esa condición y no por los tratamientos de abono orgánico.

Para la variable diámetro basal se puede observar que la mejor respuesta de la planta se obtuvo con el tratamiento Vermicomposta líquida con tres aplicaciones, con un diámetro de 18.38 mm, donde en el análisis de varianza se mostró que hubo diferencias altamente significativas, no así en la prueba de medias, ya que solo se agruparon en tres grupos de medias "a", "b" y "ab". Lo que coincide con el coeficiente de variación de menos del 7% lo que le da certeza a los resultados obtenidos en el campo como respuesta a los tratamientos. Lo anterior indica que los diferentes tratamientos en este aspecto tienen influencia en el grueso del tallo.

Con respecto al número de ramas, para esta variable agronómica sólo se presentó un grupo para los tratamientos incluido el testigo, la media oscila entre 11 ramas productoras. En cuanto al coeficiente de variación, fue 19.48%, lo que se puede considerar como un manejo adecuado del experimento, ya que para experimentos de temporal es aceptable un 20%, pero también puede significar que el comportamiento de número de ramas es muy homogéneo en la variedad Americana. La influencia que pudiera tener la aplicación de abonos orgánicos, se ve minimizada por el comportamiento genotípico de la variedad.

El número de cálices por planta, es una variable muy importante, ya que el comportamiento de esta variable influye directamente en la respuesta al rendimiento, y el mejor tratamiento para este experimento fue con la aplicación de vermicomposta líquida con dos aplicaciones y con 40.3 cálices por planta. Aquí hay que señalar que el número de cálices se ajustó únicamente a aquellos cálices que se consideraron aptos para corte, ya que en una sola rama se presentan hasta 20 cálices, pero sólo cuatro o cinco y en ocasiones menos son de tamaño y peso óptimo para cosecharse.

La variable rendimiento de cáliz seco, tuvo un comportamiento no esperado en relación a los comportamientos de las demás variables, ya que se manifestaba mejores comportamientos con vermicomposta líquida con tres aplicaciones, por lo que se presumía desde el principio que ese era el mejor tratamiento, sin embargo para esta variable el mejor comportamiento fue el tratamiento con dos aplicaciones de vermicomposta líquida con un rendimiento de 1,251 kg/ha, con un C.V. de 10.31%, lo que nos da la certeza del manejo del experimento y por consiguiente los resultados. Aunque las medias en general se definieron en un solo grupo, esta variable también presentó esta condición.

6. CONCLUSIONES

Los resultados de los ensayos experimentales en el establecimiento del cultivo de la Jamaica *Hibiscus sabdariffa* L., así como su interpretación y la respuesta al hecho de haber establecido cuatro experimentos en las mismas condiciones, pero en diferentes localidades, en el ciclo verano – otoño en el año 2005, permite generar las siguientes conclusiones.

6.1. Del objetivo general

El establecimiento de los experimentos permitió ampliar el conocimiento del cultivo de la Jamaica en el Estado de Jalisco, y específicamente en los municipios de Villa Corona, y Tlajomulco de Zúñiga.

6.1.1. Con el establecimiento de los experimentos se pudo determinar las dosis de fertilización orgánica deseable en sus dos formas, en composta con 3.96 ton/ha y en Té (foliar) con 30 litros/ha divididos en tres aplicaciones.

6.1.2. El manejo sustentable, a base de fertilización orgánica permite la nutrición de la planta de jamaica y el rescate gradual de suelos.

6.2. De los objetivos particulares

6.2.1. Para el caso de vermicomposta sólida se probaron tres dosis de fertilización, y la que mejor comportamiento tuvo fue la de 99 gramos por planta que equivale a 3.96 ton/ha.

6.2.2. El segundo mejor tratamiento fue el de 66 gramos por planta que equivale a 2.64 ton/ha.

6.2.3. El tercer tratamiento fue de 33 gramos por planta que equivale a 1.32 ton/ha, pero este tratamiento no es rentable económicamente.

6.2.4. El mejor momento para la aplicación de la vermicomposta sólida es en la primera escarda (28 días después de la siembra), aplicado al pie de la planta.

6.2.5. Para el caso de la vermicomposta líquida se probaron tres dosis, y la que mejor comportamiento tuvo fue la de tres aplicaciones con intervalos de siete días entre cada una, y el tratamiento fue de 10 litros de vermicomposta diluidos en 200 de agua/ha, iniciando la primera aplicación en la tercera etapa fenológica que es la de desarrollo foliar (60 días después de la siembra).

6.2.6. El estudio reflejó una amplia variación en costos y en rendimientos en los sistemas de producción. El sistema productivo de temporal monocultivo ofrece una alternativa rentable para productores de esta condición. La jamaica tiene rentabilidad de 2.5:1 (1 unidad de inversión por 2.5 veces de rendimiento), la cual se incrementaría sustancialmente si se logra la industrialización en cosecha y secado.

6.3. De la hipótesis

Se concluye que la evaluación realizada del comportamiento productivo sustentable del cultivo de la jamaica en diferentes condiciones de manejo de la vermicomposta, permite ofrecer una opción rentable a los productores.

Por lo que se acepta la hipótesis alterna, en la que se señala que al menos alguno de los tratamientos es diferente en su respuesta a los otros tratamientos, y se rechaza la hipótesis nula en la que se señala que todos los tratamientos tuvieron la misma respuesta.

6.4 Conclusiones generales

Los resultados encontrados en los diferentes experimentos mostraron que la jamaica responde positivamente a los tratamientos de fertilización orgánica, ya sea en forma de composta aplicados directamente al suelo, o de ácidos húmicos aplicados en forma foliar, tal es el caso en los experimentos realizados en Tlajomulco de Zúñiga y Villa Corona, en donde la prueba de medias de Tukey reportaron valores superiores a un 30% en relación al testigo, esto es rendimientos superiores a los 1,500 kg ha⁻¹.

El resultado de la producción, compitió con las fertilizaciones de origen orgánico de los otros municipios participantes por lo que se considero como positivo el resultado de producción esperado.

Este cultivo, además de ser una alternativa de mejora económica para los productores que disponen de mano de obra familiar, es una oportunidad para diversificar el abanico de oportunidades al incluir un cultivo nuevo en el rol de cultivos.

Es importante disponer de un marco de referencia del sistema de producción que permita potenciar sus posibilidades como cultivo alternativo en el Estado de Jalisco, así como también generar y transferir información en beneficio del sector productivo agrícola.

La herencia de la Revolución Verde en el Estado de Jalisco ha causado degradación física, química y biológica en los suelos y en el entorno ambiental, además de que los productores agrícolas tienen a este sistema de producción como único.

Es necesario rescatar la agricultura tradicional en la que se incluyen el uso de cultivos alternos, control biológico, fertilización orgánica, ciclos lunares para siembra y cosecha, y asociación de cultivos entre otras acciones.

7. LITERATURA CITADA

Aceves C. N. 1992. Familia Malvacea en el estado de Jalisco CUCBA 1992. Ed. Instituto de Botánica Universidad de Guadalajara. pp. 159- 160.

Alatorre, P. 1992. Agricultura sustentable en la Jamaica, España. Enciclopedia Encarta 2000, pp s/no.

Albanell, E.; Plaixats, J.; Cabrero, T. 1988. Chemical changes during vermicomposting (*Eisenia fetida*) of sheep manure mixed with cotton industrial wastes. *Boil. Fertility. Soils* 6: 266-269.

ASOMECINA. 1991. Catalogo de especies vegetales considerados malezas. 91 p.

Atiyeh, R.M.; Subler, S.; Edwards, C.A.; Metzger, J.D. 1999. growth of tomato plants in horticultural potting media amended with vermicompost. *Pedobiologia* 43: 1-5.

Atiyeh, R.M; Arancon, N.; Edwards, C.A.; Metzger, J.D. 2000. Influence of earthworms-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology. Elsevier. No. 75: 175-180.*

Atiyeh, R.M.; Edwards, C.A.; Subler, S; Metzger, J.D. 2001. pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource technology. Elsevier. No. 78: 11-20*

Alvarado A., 1996. Índices de sostenibilidad en el sector agrícola y de recursos naturales. II Simposio Internacional y III Reunión Nacional. Comisión de

Estudios Ambientales y Campus San Luis Potosí del Colegio de Postgraduados.

Baldares M. J., *et al* 1993, Desarrollo de un sistema de información sobre indicadores de sostenibilidad para el sector agrícola y de recursos naturales para los países de América latina y del Caribe. Inst. Inv. Ciencias Económicas, Universidad de Costa Rica y proyecto IICA/GTZ. San José, Costa Rica. 117 pp.

Bishop, C., Toussaint, W. 1980. Introducción al análisis de economía agrícola. Editorial Limusa. México. 22 pp.

Carvalho B.F.; Morsyleide, R.; Correia, D.; Silva De Araujo, F.B.; Vasconcelos, E.R. 2001. Utilización del polvo de la cáscara de Coco Verde como sustrato para crecimiento de plantas de lechuga. Reunión Interamericana de Ciencias Hortícolas. Horticultura Mexicana Vol. 8, No.3: 62.

Carreón A. J. 2003. Avances de la investigación científica CUCBA 2003. Rendimiento y Podas en el Cultivo de Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa* L.) en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. Ed. CUCBA. U de G. pp. 175-176.

Castro Medina, M., 2002. "Análisis de comercialización de la jamaica al mercado de la Unión Europea. Tesis DICEA, Universidad Autónoma Chapingo., Edo. México.

CIESTAAM., 2004. Centro de Investigaciones Económicas, sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Chapingo, México

Claridades agropecuarias, 1999. Revista publicada mensual. Septiembre s/no 188-9974. pp 13-21

Comision del Codex Alimentarius, 1999. Food Agriculture Organization. Rome Italy. pp 68.

Chan, P.L.S.; Griffiths, D.A. 1988. The vermicomposting of pretreated pig manure. *Biological Wastes*. No. 24: 18.

Critchfield, H.J. 1983. *General Climatology*. 4ª Ed. Prentice may Inc. New Jersey, USA. 453 p.

De Datta, S.K. 1981 *Principles and practices of rice production*. John Wiley and Sons. USA. 27 p.

De luna, A. 2003, *Elaboración de Abonos Orgánicos*. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, de la Universidad de Guadalajara. p.p. 36-39.

Edwards, C.A.; Burrows, L. 1988. the potential of earthworm compost as plant growth media. In: Edwards, C.A., Neuhauser E. Eds. *Earthworms in Waste and Environmental Management*. SPB Academic Press, The Huage, The Netherlands.

Escobedo G. E. 1993. *Desarrollo del cultivo de la jamaica *Hibiscus sp* y su importancia socio económica en el estado de Oaxaca*. Tesis profesional, fitotecnia, universidad de Guadalajara. Las Agujas Zapopan Jalisco. 50 pp.

Escalante E. Y. 1998. Evaluación de la resistencia de criollos de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) de Tierra Colorada, Guerrero, México. *Revista Mexicana de de Fitopatología*. Volumen 16 suplemento 1, Memorias del XXV Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Septiembre 13-16, 1998, Guanajuato, Gto. 8 pp.

Esquivel M.A. 1993. *Los recursos fitogenéticos y la agricultura sostenible*. INIFAT. s/no. pp.

Estévez F. B. 1989. El problema de la comercialización de la jamaica *Hibiscus sabdariffa* L. en la Costa Chica de Guerrero. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. 37 p.

Fryxell, A.P., 1988. Systematic Botanic Monographs. (Malváceas of México) año 13. Ed. The American society of taxonomists plant. Pp. 195 - 196.

García, M., E. 1995. Efecto del deterioro de tres tamaños de semilla de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), bajo diferentes periodos de envejecimiento acelerado. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. 81 p.

Fujii, Y, Shibuya, T. y Usami, Y. 1991. Allelopathic effect of *Macuna pruriens* on the appearance of weeds. Weeds Research Tokyo 36(1): 43-49

García Trujillo R. 1993. Primer encuentro nacional de agricultura orgánica "Tendencias mundiales de la agricultura orgánica", la Habana, Cuba. s/no pp.

González G.D. 2001. Eficiencia agronómica residual de tres fertilizantes orgánicos en el cultivo de Maíz Dulce. Reunión Interamericana de Ciencias Hortícolas. Horticultura Mexicana Vol. 8, No.3: 63

Granados A., N. 1989. La rotación de leguminosas como alternativa para reducir el daño causado por fitopatógenos del suelo y elevar la productividad del agroecosistema maíz en el trópico húmedo. Tesis de M.C. Centro de Fitopatología, C.P. Montecillo, México.

Hernandez, M. J., 1988. Estudio de la interacción entre *Phytophthora parasitica* Dastur y *Meloidogyne spp.* En la pata prieta de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) E histología de ambos patogenos. Tesis de maestria especialidad en fitopatología Chapingo, México. pp 62

INEGI, 2000. Instituto Nacional de Estudios Geográficos e Informática. Anuario 2000, México.

INIFAP. 2002 Nueva alternativa tecnológica para producir maíz-jamaica en áreas potenciales de Guerrero. Área agrícola, folleto para productores Num. 11. Chilpancingo Guerrero. México. 16 pp.

INIFAP, 2003. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Estadísticas climatológicas básicas para el estado de Jalisco (Periodo 1961-2000). Libro técnico No. 1. 36, 37, 140, 195. pp

Isamil, B.S. y Mah, L.S. 1993. Effects of *Mikania micrantha* H.B.K. on germination and growth of used species. Plant and Soil 157: 107-113.

Lambers, H.F.S. Chapin III y T.L. Pons. 1998. Plant Physiological Ecology, Springer, New York. 25 p.

Larios, J. 1998. El cultivo de la jamaica. Revista. Agricultura para el productor diversificado. Noviembre – Diciembre No. 55. pp 9-11

Larios J. 1999 Ficha técnica sobre el cultivo de la jamaica. Investigador de la Universidad Autónoma de Chapingo. México pp 1-2

Larios R. J. 2001. Diseño y establecimiento de parcelas demostrativas en la organización de KIEE LU'L de la sierra sur de Oaxaca. Segundo informe técnico. Centro Regional Universitario de Occidente, Guadalajara, Jalisco, México. Pp. 1 - 4.

Larios R. J. 2003. Avances de la investigación científica CUCBA 2003. Fenología de materiales genéticos de Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa* L.) en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. Ed. CUCBA. U de G. pp. 201 - 202.

López A. E., López A. F., Hurtado D, S. 2004. Agroecología; Principios y Métodos. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 7-115 pp.

López M. D., Aválos M. A. 2004. Efecto de labranza y abono orgánico sobre propiedades del suelo y rendimiento en maíz. Agrofaz. Universidad Juárez del estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Venecia, Durango. Mx. SEP-CONACYT. Volumen 4 No. 2. 537-542.pp.

Jáuregui M. 2003. Evaluación de rendimientos y podas en el cultivo de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco. VII Simposio Internacional. Agricultura Sostenible pp- 14.

Jiménez G. C. 1986. Componentes del rendimiento de líneas B de sorgo para grano con diferente actitud combinatoria general. Tesis de licenciatura, fitotecnia, Ed. Universidad de Guadalajara Jalisco, México. 88 pp.

Luna C. M. 1978. "Efectos del numero, métodos de riego de auxilio y densidad de plantas sobre el rendimiento del algodonoero" en el valle de Santo Domingo, Baja California Sur, tesis profesional Orientación Suelos, Ed. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco. México 65 pp.

Martínez S. T., 1996. De la agricultura tradicional a la agricultura sostenible. II Simposio Internacional y III Reunión Nacional. Comisión de Estudios Ambientales y Campus San Luís Potosí del Colegio de Postgraduados. pp 11 - 121

Medina G., Ruiz C., Martínez P., Ortiz V., 1997. Metodología para la determinación del potencial productivo de especies vegetales. Agricultura técnica en México. 23(1): 69-90.

Medina G., Ruiz C., Martínez P. 1998. Los climas de México, una estratificación ambiental basada en el componente climático. Libro técnico Num. 1 INIFAP-CIRPAC. Guadalajara, Jal. 105 p.

Mena M. 2003, Elaboración de Abonos Orgánicos. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, de la Universidad de Guadalajara. p.p. 9-10.

Morales, D.P. 2001 Evaluación del cultivo de jamaica en la región Huasteca. Revista Acontecer agropecuario. Sep/SEIT/DGETA. No. 25. Pachuca, Hidalgo, México. pp 43-44.

Morales H. J. Agroecología; Principios y Métodos. La agroecología y sus metodos; Herramientas hacia la agricultura sustentable Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 35-37 pp.

Morton. J. 1987. Fruits of warm climates. Julia F, Morton, Miami, Fl. Roselle. pp 281-286 .

Moreno, J.R. 2002. Clasificación taxonomica de la familia de las malvaceas. Enciclopedia Encarta. pp s/no.

Ndegwa, P.M.; Thompson, S.A. 2001. Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosólidos. Bioresource Technology 76: 107-112

Neugebauer, B. 1993 Agricultura ecológicamente apropiada, manual de metodología para la promoción de una agricultura ecológica. Feldafing, Alemania. DSE:

Nieto-Garibay, A.; Aldaco-Magaña, R. E.; Diéguez, T.; Murillo-Amador, B. 2001. Efecto de cuatro dosis de composta sobre variables edáficas, morfológicas y de producción de Chile *Capsicum nahum* L. en la Paz, B.C.S. Reunión Interamericana de Ciencias Hortícolas. Horticultura Mexicana Vol. 8, No.3: 314.

Núñez, P.G., 2003. Fenología de materiales genéticos de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) Tesis de Maestro en ciencias en agrobiotecnología. ITA – CIGA. Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México. pp 163.

Nuño V. R. 1979. Efecto de la fertilización, defoliación, desespigamiento y densidad de la población en el rendimiento de una línea de maíz palomero. Tesis de maestro en ciencias, especialidad fitomejoramiento, Universidad de Guadalajara, colegio de graduados Jalisco. México. 62 pp.

Odum, P.E. 1986. Ecología; El vinculo entre las ciencias naturales y sociales. CECSA. México. 34 pp.

Orozco, F.H.; Cegarra, J. L.; Trujillo, M.; Roig, A. 1996. Vermicomposting of coffee pulp using earthworm *Eisenia fetida*: effects on C. and N contents and availability of nutrients. Biology and Fertility of Soils. No. 22.

Pérez G. A. 2003. Avances de la investigación científica CUCBA. Fenología de materiales genéticos de Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa* L.) en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. Ed. CUCBA. U de G. pp. 201 - 202.

Pérez T. A., Cuevas C. H., García L. A. 2004. Agroecología; Principios y Métodos. ¿Porque agricultura sustentable? Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 107-117 pp.

Pimienta B. E. 2003. Ecofisiología de la fotosíntesis. Temas selectos en ecología y fisiología vegetal. Universidad de Guadalajara. CUCBA. Pp 51-52.

Rancho Alebrige. 2003. Humus de lombriz. <http://vermizula.cdsgdl.com>. mx

Rodríguez A., y Serrano N., 2003. Sustentabilidad. Órgano de divulgación del Departamento de Desarrollo Sustentable. CUCBA. U de G. Volumen 1, numero 1. Mayo – agosto 2003. pp 69 - 70

Reyes-Jiménez Ma. N. 2003. Avances de la investigación científica CUCBA 2003. Palinotaxonomía de las Especies de Jalisco del genero *anoda cav.* (Malvaceae). Ed. CUCBA. U de G. pp 141- 142.

Reyes N. 2003. Avances de la investigación científica CUCBA 2003. Clave palinotaxonomica para identificar las especies del genero *hibiscus* L. (malváceas) de Jalisco. Ed. CUCBA. U de G. pp. 143- 144.

Ruiz C. 2003. Recursos edafo-climáticos para la planeación del sector productivo en el estado de Jalisco. Libro Técnico Num. 2 INIFAP-CIRPAC. Guadalajara, Jal. México. 172 p.

Rodríguez M. O. 1993. "Efectos de la densidad de siembra en el rendimiento de grano de la variedad "dorada" de avena bajo temporal en Aguascalientes", tesis de licenciatura, facultad de agronomía, Ed. Universidad de Guadalajara, las Agujas municipio de Zapopan, Jalisco. 60 pp.

Rojas P., J. P. 1999. Perspectivas de ampliación del mercado de la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), del estado de Guerrero. Tesis de licenciatura. UACH. División de Ciencias Económico Administrativas. 67 p.

Patiño N. 1978. Cultivo y aprovechamiento de la jamaica. Folleto Dirección general de Extensión Agrícola. Divulgación Chapingo México. pp 1-10.

SAGARPA. 2001. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, 2001. México, 2001.

SAGARPA. 2002. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, 2001. México, 2002.

SAGARPA. 2003. Importancia socio económica de la jamaica. 1ª Ed. SAGARPA. pp. 1- 45.

Soumaré, M. F.; Tack, M.G.; Verloo, M.G. 2003. Effects of a municipal waste compost and mineral on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. *Bioresource Technology* 86: 15-20.

Subler, S., Edwards, C.A., Metzger, J., 1998. Comparing vermicomposta and compost. *BioCycle* 39, 63-66

Stell, R., and Torrie, J.H. 1985. Bioestadística principios y procedimientos. Editorial McGraw Hill. México. pp 1-11, 45- 49

Tamayo T. 1999 El proceso de la investigación científica., Editorial Limusa. México. pp 114-118.

Uribe S. J; Olivares S. E; Rodríguez F. H; Lara H. A; Hernández H. J; 2005. Evaluación de cinco sustratos hidropónicos en el rendimiento de dos variedades de pimiento morrón (*Capsicum annum* L.) cultivados bajo invernadero en Escobedo N.L. 64 pp.

Teniente, O. R. 1983. Respuesta de la fertilización mineral y densidades de población por el sistema de producción maíz-jamaica, en la región de Tecoaapa, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Monterrey. Monterrey N. L. pp 56-57.

Tomati, U.; Galli, E.; Grappelli, A.; Dihena, G. 1990. Effect of earthworm cast on protein synthesis in Radish *Raphanus sativum* and lettuce *Lactuca sativa* seedlings. *Biology and Fertility of Soils*. No 9.

Tovar G. L. 1996. La Agricultura orgánica en México: Una Opción Viable para los Agricultores de Escasos Recursos. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. p. 237.

Túnel, Cultivos Protegidos. S.A. de C.V. 2004. Empresa privada registrada como proveedora de bienes y servicios ante la SEDER en Jalisco, México. s no. p.

UdG-CUCBA. 2003. Software del "Manual de Malezas de la Caña", Ed. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Departamento de Producción Agrícola. s/no. pp.

Ucan, C., I. 1993. Respuesta a la fertilización en el cultivo de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en el sistema Roza-Tumba-Quema en Cayal, Campeche. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Fitotecnia. 51 p.

Valdivia, O. E., 1996. Legislación ambiental y actividad agrícola en México. II Simposio Internacional y III Reunión Nacional. Comisión de Estudios Ambientales y Campus San Luis Potosí del Colegio de Postgraduados.

Valenzuela 1997. El agave tequilero, su cultivo y su industrialización. Monsanto. Ed. Agata. Guadalajara, Jal. 204 p.

Vargas M. G. 1997. "Efectos de la densidad de población sobre floración, rendimiento y calidad de la semilla de sorgo (*Sorghum bicolor* C. Moench)". Tesis de fitotecnia 1997 Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Ed. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco. México 55 pp.