

*UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA*

FACULTAD DE AGRONOMÍA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL DESFLORE EN CUATRO  
MATERIALES DE GERMOPLASMA EN EL RENDIMIENTO DE  
RAÍZ PIVOTANTE, EN EL CULTIVO DE JICAMA (*Pachyrhizus erosus* L.) EN  
TAXISCO, SANTA ROSA

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR:

MACARIO MARDOQUEO ESCOBAR  
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DEL 2,000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR:

Msc. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:           Ing. Agr. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA  
VOCAL PRIMERO:  Ing. Agr. WALTER ESTUARDO GARCIA TELLO  
VOCAL SEGUNDO:  Ing. Agr. WILLIAN ROBERTO ESCOBAR LÓPEZ  
VOCAL TERCERO:  Ing. Agr. ALEJANDRO ARNOLDO HERNÁNDEZ FIGUEROA  
VOCAL CUARTO:   Prof.       JACOBO BOLVITO RAMOS  
VOCAL QUINTO:   Br.         JOSÉ BALDOMERO SANDOVAL ARRIAZA  
SECRETARIO:      Ing. Agr. EDIL RENÉ RODRÍGUEZ QUEZADA

Guatemala Septiembre del 2,000

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

HONORABLES MIEMBROS:

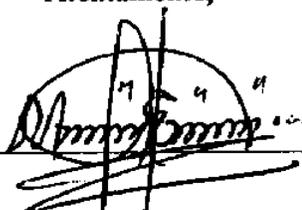
De conformidad con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL DESFLORE EN CUATRO MATERIALES DE GERMOPLASMA EN EL RENDIMIENTO DE RAPIZ PIVOTANTE, EN EL CULTIVO DE JICAMA (Pachyrrhizus erosus L) EN TAXISCO, SANTA ROSA, GUATEMALA.**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistema de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos para su aprobación.

Atentamente,

f. 

MACARIO MARDOQUEO ESCOBAR

## ACTO QUE DEDICO

**A:**

**DIOS.**

Ser divino que me dio la vida, la salud y el entendimiento para superarme.

**A MIS PADRES**

Fausto Maldonado Barrios  
Marina Victorina Escobar Barrios (Q.E.P.D).  
Especialmente a **TI MADRE** que con tu trabajo, amor y sabiduría me hiciste crecer e hiciste de mi un hombre de bien. Dios te tenga en el lugar más especial que pueda haber junto a él.

**A MIS HERMANOS**

Rolando, Otilia, Carlos, Raúl, Jorge y *Rony* como mínima recompensa al apoyo incondicional que siempre me han dado.

**MIS TIOS**

Efraín, Agustín, Ramón y Delfina.

**TODOS MIS PRIMOS**

Especialmente a: Adolio, Genaro y Guberlindo. Por su apoyo incondicional en cualquier momento.

**MI FAMILIA**

Ana, Carlos, Osmar y Nataly.  
Como muestra de superación.

**TESIS QUE DEDICO:**

**A:**

**Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Facultad de Agronomía**

**Escuela Nacional Central de Agricultura.**

**Escuela de Formación Agrícola de San Marcos.**

**Escuela Rural Mixta 2 de Abril, Cerro Grande San Lorenzo.**

**Mis amigos y compañeros**

## AGRADECIMIENTOS

**A:**

**MIS HERMANOS**

Por el apoyo moral y económico que me brindaron para poder alcanzar esta meta.  
Especialmente a Carlos y Rony .

**MI PRIMO**

Adolio Cifuentes: porque durante su estancia en Guatemala siempre me brindó el apoyo que yo necesitaba.

**MI MAESTRA**

Enma Celeste Orozco Arriola  
Por sus enseñanzas y por mostrarme la dirección que me permitió llegar a obtener este triunfo.

**MIS ASESORES**

Ing. Agr. Anibal Martínez  
Ing. Agr. Juan José Castillo  
Por el apoyo técnico brindado en el proceso de ejecución y redacción de esta tesis.

**P. AGR.**

Rony Salazar Barrios  
Por su incondicional apoyo en la redacción de esta tesis.

**LIC.**

Oswaldo Fernando Alquijay de León  
Por la oportunidad que me ha dado de trabajar en su empresa, y permitirme realizar en ella el trabajo de campo de esta tesis.

**SEÑOR**

Juan Emiliano García y familia  
Por su ayuda durante mi vida universitaria

**SEÑORES**

Víctor Lemus, Obdulio Lemus, y Luis Alfonso Pineda. Por su colaboración en el trabajo de campo de esta tesis

**MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS  
DE PROMOCION.**

Julio Vásquez, Héctor Carrillo, Lester Martínez . por su amistad sincera.

## INDICE GENERAL

| CONTENIDO   | PAGINA |
|---|--------|
| INDICE DE FIGURAS   | ix     |
| INDICE DE CUADROS   | x      |
| RESUMEN   | xi     |
| 1. INTRODUCCIÓN   | 1      |
| 2. JUSTIFICACIÓN  | 3      |
| 3. MARCO TEORICO  | 5      |
| 3.1 Marco Conceptual  | 5      |
| 3.1.1 Origen y distribución de la jicama  | 5      |
| 3.1.2 Clasificación botánica de la jicama   | 7      |
| 3.1.3 Descripción del género <i>Pachyrrhizus</i> L. Richard, según Flora de Guatemala                               | 8      |
| 3.1.4 Descripción del género <i>Pachyrrhizus</i> , según Sorensen   | 9      |
| 3.1.5 Descripción de la especie <i>Pachyrrhizus erosus</i> L, según Sorensen  | 9      |
| 3.1.6 Descripción de la especie <i>Pachyrrhizus erosus</i> L, según Flora de Guatemala.                             | 13     |
| 3.1.7 Descripción de <i>Pachyrrhizus erosus</i> L., según la FAO  | 14     |
| 3.1.8 Condiciones edáficas y climáticas que favorecen el cultivo de jicama.   | 16     |
| 3.1.9 Importancia del cultivo de jicama.  | 16     |
| 3.1.10 Aspectos fisiológicos que fundamentan el incremento de la producción de raíces al eliminar la flor en jicama | 21     |
| 3.1.11 Estudios sobre jicama realizados en otros países   | 23     |
| 3.2 Marco Referencial   | 30     |
| 3.2.1 Descripción del área donde se realizó el estudio  | 30     |
| 3.2.1.1 Localización  | 30     |
| 3.2.1.2 Suelo   | 30     |
| 3.2.1.3 Condiciones climáticas  | 31     |
| 3.2.1.4 Vegetación  | 31     |
| 4. OBJETIVOS  | 32     |
| 5. HIPÓTESIS  | 33     |
| 6. MATERIALES Y METODOS   | 34     |
| 6.1 Tratamientos evaluados  | 34     |
| 6.1.1 Factores evaluados  | 34     |
| 6.1.2 Combinación de tratamientos   | 34     |
| 6.1.3 Descripción de variedades de jicama utilizadas en la investigación  | 35     |
| 6.2 Diseño experimental   | 37     |
| 6.3 Modelo estadístico  | 37     |
| 6.4 Descripción de la unidad experimental   | 38     |
| 6.5 Manejo del experimento  | 41     |
| 6.5.1 Preparación del terreno   | 41     |
| 6.5.2 Siembra   | 41     |

|        |                                    |    |
|--------|------------------------------------|----|
| 6.5.3  | Riego                              | 41 |
| 6.5.4  | Control de malezas                 | 42 |
| 6.5.5  | Control de plagas y enfermedades   | 42 |
| 6.5.6  | Tutorado                           | 43 |
| 6.5.7  | Eliminación de flores              | 43 |
| 6.5.8  | Cosecha                            | 43 |
| 6.5.9  | Variables respuesta                | 44 |
| 6.5.10 | Análisis estadístico               | 45 |
| 7.     | RESULTADOS                         | 46 |
| 8.     | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 52 |
| 9.     | CONCLUSIONES                       | 65 |
| 10.    | RECOMENTACIONES                    | 66 |
| 11.    | BIBLIOGRAFÍA                       | 67 |
| 12.    | APÉNDICE                           | 69 |

*INDICE DE FIGURAS*

| FIGURA |   | PAGINA |
|--------|---|--------|
| 1      | Distribución de la especie ( <u>Pachyrrhizus erosus</u> ) en América                    | 4      |
| 2      | Variantes de las formas de hojas de ( <u>Pachyrrhizus erosus</u> ) según su procedencia | 6      |
| 3      | Descripción gráfica de la jicama ( <u>Pachyrrhizus Erosus</u> ).                        | 7      |
| 4      | Aspectos de la producción de ( <u>Pachyrrhizus Erosus</u> ).                            | 9      |
| 5      | Arreglo y aleatorización de los tratamientos en el campo.                               | 26     |
| 6      | Detalle de la distribución de plantas en la unidad experimental.                        | 27     |
| 7      | Producción de raíces de jicama.   | 37     |
| 8      | Diámetro de raíces de jicama.   | 40     |
| 9      | Porcentaje de raíces agrietadas de jicama.  | 41     |
| 10     | Porcentaje de raíces defectuosas de jicama.   | 42     |
| 11     | Estado de raíces de jicama  | 44     |
| 12     | Cronograma de actividades   | 51     |

## INDICE DE CUADROS

| CUADRO |  | PAGINA |
|--------|--|--------|
| 1      | Descripción de los tratamientos evaluados en la investigación.   | 23     |
| 2      | Resultados obtenidos para la variable producción de raíz pivotante en kg/ha.   | 32     |
| 3      | Resultados obtenidos para la variable diámetro de raíces.  | 33     |
| 4      | Resultados obtenidos para la variable raíces defectuosas.  | 33     |
| 5      | Resultados obtenidos para la variable raíces agrietadas.   | 34     |
| 6      | Resultados obtenidos para la variable porcentajes de raíces sanas.   | 35     |
| 7      | Inicio de floración y eliminación de flores y vainas en las cuatro variedades evaluadas. Promedios de los resultados.  | 35     |
| 8      | ANDEVA para la variable rendimiento de raíces en kg/ha.  | 37     |
| 9      | Resultado de la prueba de medias para la variable producción de raíces pivotantes en kg./ha. de jicama, correspondiente al factor variedades                         | 38     |
| 10     | Resultado de la prueba de medias para la variable producción de raíces pivotantes en kilogramos por hectárea de jicama, correspondiente al factor épocas de desflor. | 38     |
| 11     | Análisis de varianza para la variable diámetro de raíces de jicama.  | 39     |
| 12     | Resultados de la prueba de medias para la variable diámetro de raíces para el factor variedades de jicama evaluadas.   | 39     |
| 13     | Análisis de varianza para la variable raíces agrietadas.   | 40     |
| 14     | Análisis de varianza para la variable raíces defectuosas.  | 43     |
| 15     | Análisis de varianza para la variable porcentaje de raíces en buen estado  | 43     |
| 16     | Resumen de pruebas de análisis de varianza para las variables medidas.   | 44     |
| 17     | Resumen de correlación entre las principales variables medidas.  | 45     |

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL DESFLORE EN CUATRO MATERIALES DE  
GERMOPLASMA EN EL RENDIMIENTO DE RAIZ PIVOTANTE DEL CULTIVO DE  
JICAMA (Pachyrrhizus erosus L.) EN LA ALDEA DELICIAS DEL JOBO, TAXISCO,  
SANTA ROSA, GUATEMALA.

EVALUATION OF THE EFFECT OF THE DEFLOWERING IN FOUR MATERIALS  
OF GERMOPLASM IN THE OUTPUT OF PIVOTING ROOT OF THE YAMBEAN  
CULTIVAR (Pachyrrhizus erosus L.) AT THE DELICIAS DEL JOBO VILLAGE,  
TAXISCO, SANTA ROSA, GUATEMALA.

RESUMEN

La jicama (Pachyrrhizus erosus L Urban). Es una planta herbacea, voluble, con hojas trifoliadas perteneciente a la familia fabaceae, cuyo producto principal es una raíz pivotante que se consume generalmente en fresco como ensalada. Se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2,000 metros de altura.

El cultivo es originario de México y Meso América, de donde se ha expandido a Asia, Oceanía y Filipinas. Su potencial radica no solo en ser una fuente de alimentación humana, sino también en utilizarse como abono verde, como planta de cobertura y como cultivo de rotación.

El Guatemala se han venido realizando varios estudios sobre el cultivo, con la finalidad de contribuir a su desarrollo. Estos estudios han permitido caracterizar materiales, evaluar rendimientos, evaluar adaptabilidad a determinadas zonas, etc.

Con el objetivo de generar más información de campo al respecto, el presente trabajo de investigación evaluó el efecto del desflore sobre el rendimiento y calidad de raíz pivotante, en cuatro materiales de germoplasma, en la aldea Delicias del Jobo, Taxisco, Santa Rosa, en el período de Mayo a Diciembre de 1,998. la investigación se realizó utilizando el diseño experimental bloques al azar con arreglo combinatorio, con doce tratamiento y tres repeticiones. La información obtenida se interpretó mediante análisis de varianza, comparación de medias Tukey y análisis gráfico.

Los principales resultados que se obtuvieron indican que las diferentes etapas de desflore y los materiales cosechados, si presentaron diferencias en los rendimientos y diámetros de raíz pivotante obtenidos, cuando los factores se consideraron individualmente, no así con la interacción entre los factores. En el caso del factor variedades de jicama, la variedad EC 565 fue la que dio los mejores resultados en rendimiento de raíces, con un promedio de 62,043.98 kilogramos por hectárea y un diámetro de 16.37 centímetros. En el caso del factor época de desflore, el tratamiento de eliminación de flor en prefloración fue el que presentó el mejor rendimiento, con un promedio de 51,353.05 kilogramos por hectárea y un diámetro de raíz de 14.68 centímetros.

En lo que respecta a las variables raíces agrietadas, raíces defectuosas y raíces en buen estado, no existieron diferencias significativas tanto para los factores individuales como en la interacción de los mismos.

## 1. INTRODUCCION

Guatemala es un país con diversidad de condiciones edáficas y climáticas, situación que le permite presentar variabilidad de plantas alimenticias, algunas de ellas cultivadas en todo el mundo y otras solo en regiones muy particulares como la nuestra.

Dado el potencial que representa el cultivo de jicama (Pachyrrhizus erosus L), en Guatemala se han realizado varios trabajos de investigación tendientes a conocer varios aspectos del cultivo, tales como: caracterizaciones de variedades, evaluación de adaptación a varios lugares, evaluaciones de rendimiento, entre otras.

En este trabajo de investigación llevado a cabo en la aldea Delicias del Jobo, Taxisco Santo Rosa, se evaluó el efecto de la eliminación de flor en dos etapas de floración de la planta, sobre el rendimiento de raíz pivotante, con la finalidad de determinar cuantitativamente el efecto sobre el rendimiento de raíz pivotante, que produce la eliminación de flor en la planta.

La evaluación se hizo en cuatro materiales de germoplasma, siendo estos: EC 236, EC 523, EC 565 y EC 250. El diseño experimental utilizado en el trabajo fue bloques al azar con arreglo combinatorio, con doce tratamientos y tres repeticiones.

Al finalizar el trabajo se determinó que hay diferencias altamente significativas en el rendimiento de raíz pivotante, cuando se elimina la flor en prefloración (51,353.08 kilogramos por hectárea en promedio), y la variedad que presentó la mayor producción de raíces pivotantes fue la EC 565 (62,043.98 kilogramos por hectárea en promedio).

La presente investigación viene a aportar nuevos datos que enriquecerán los ya existentes, con los cuales este cultivo llegará en el futuro a convertirse en uno más de los cultivos comunes sembrados por los agricultores de nuestro medio.

## 2. JUSTIFICACION

La jicama (Pachyrrhizus erosus L.) es uno de los cultivos que puede utilizarse como alimento tal como se utiliza en otros lugares del mundo, en donde su utilización se ha incrementado por las ventajas que ofrece, entre ellas: alto rendimiento por unidad de área, poco requerimiento de tecnología, bajo costo de producción y alto valor nutritivo (especialmente carbohidratos).

El valor potencial de este cultivo reside además de las ventajas que se han mencionado, en la riqueza ecológica que existe en el país, así como en la aceptación que los cultivos nativos con bajo costo de producción y alto valor alimenticio tienen para la mayoría de agricultores. Considerándose además que estos cultivos pueden constituir alternativas que contribuyan a solucionar el problema alimenticio a nivel nacional, especialmente en la población rural, en donde producir sus cultivos tradicionales les incurre en elevados costos, dado las susceptibilidades de estos al ataque de plagas y enfermedades, y al encarecimiento de los agroquímicos utilizados en el proceso de producción.

La floración y la producción de vainas en la jicama son procesos en donde se establece una competencia con la formación de tubérculos, razón por la cual se tiene como resultado una reducción en la producción de raíces, al existir migración de productos elaborados hacia las flores, vainas y semillas (reproducción sexual), que ocasionan la poca formación de raíces pivotantes.

Con el presente trabajo de investigación se pretende generar información respecto al efecto del desflore en el rendimiento de raíz, para diferentes materiales genéticos; práctica que según investigaciones en otros países ha incrementado en un 100% el rendimiento de

dicho cultivo. De esa cuenta podrá determinarse si la práctica del desflore favorece el rendimiento ya indicado, así como también en que etapa de la fase de floración es recomendable efectuar dicha práctica.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 Marco Conceptual

##### 3.1.1 Origen y Distribución de la jicama.

La planta de jicama (Pachyrhizus erosus L.) se conocía en Mesoamérica desde las primeras culturas, y era aparentemente de importancia entre los Mayas; su cultivo en épocas prehispánicas se extendió desde Tamaulipas México, en el norte, hasta El Salvador en el sur. Existen informes de que se encuentran jicamas silvestres en el occidente de México (7).

La jicama es nativa del suroeste de México y de este país se llevó a Filipinas después de la conquista, por parte de los galeones hispanos; donde se extendió por Asia y Oceanía. (7, 4).

Simmonds (15) reporta que este cultivo se encuentra en forma silvestre en el occidente de México y norte de Centro América, desde tiempos precolombinos.

En la actualidad se conocen seis especies de jicama, todas americanas. Su rango se extiende desde México hasta Bolivia y Argentina. En Centro América existen dos especies y una en Panamá (Figura 1) (18). Su producción en Filipinas y posterior expansión por Asia y Oceanía, se debió a los galeones hispanos, quienes después de la conquista la llevaron a dichos lugares; siendo China uno de los países en donde el cultivo se hizo popular en sus mercados.

La jicama se cultiva ocasionalmente en Guatemala por sus raíces comestibles y algunas veces se encuentra en forma silvestre, creciendo en bosques de pino a 1,875 metros o menos sobre el nivel del mar. En Petén se

encuentra probablemente sólo como cultivo, mientras que en forma silvestre se puede encontrar en Baja Verapaz, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Santa Rosa, Jutiapa, México, Belice, El Salvador y de Honduras a Costa Rica. Además se cultiva en muchas regiones tropicales de la tierra.

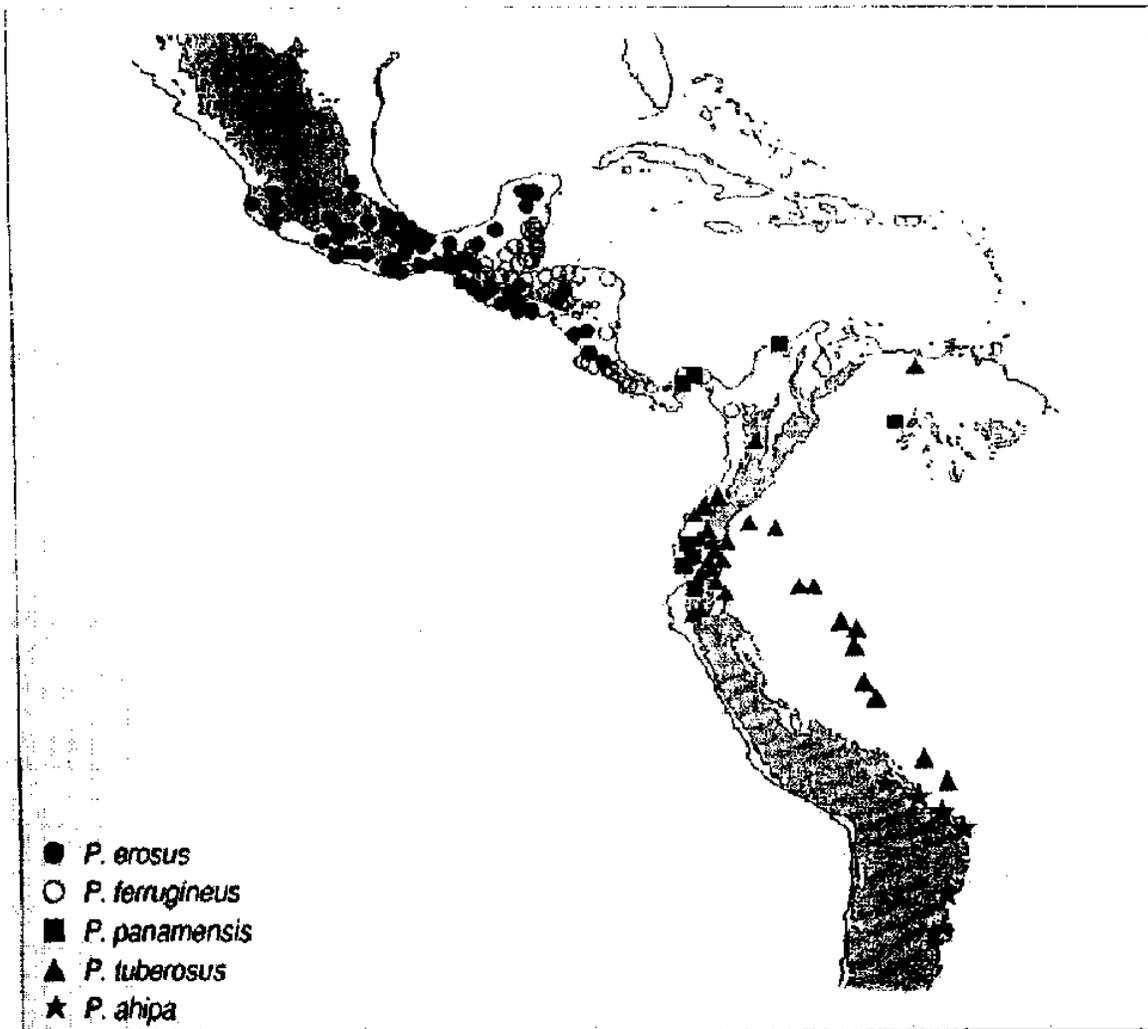


Figura 1. Distribución de la especie *P. sp.* en América.

### 3.1.2 Clasificación Botánica de La jícama.

|           |               |
|-----------|---------------|
| Reino:    | Plantae       |
| Subreino: | Embryobionta  |
| División: | Magnoliophyta |
| Clase:    | Magnoliopsida |

|               |   |
|---------------|---|
| Subclase:     | Rosidae   |
| Orden:        | Fabales   |
| Familia:      | Fabaceae  |
| Género:       | Pachyrrhizus  |
| Especie:      | <i>Pachyrrhizus erosus</i> L.   |
| Nombre común: | jicama, jícamo, Yam Beam, Tapirato, Jacutepe,<br>Iguana, Caxilxhicam (Maya) |

### 3.1.3 Descripción del Género *Pachyrrhizus* L. Richard (según Flora de Guatemala)

El género *Pachyrrhizus* está formado por plantas lianas herbáceas; hojas pianadas, trifoliadas, con estipulas, los folíolos a menudo angulados, lobulados o toscamente dentados; flores más bien grandes, púrpuras, rosadas o alargadas pedunculadas, axilares, los nudos más o menos engrosados; las brácteas y las brácteolas pequeñas cetáceas y caducas (18).

Los lóbulos de arriba del cáliz poseen nudos que forman un lóbulo bidentado; el estandarte es ampliamente ovalado, el estambre vexilar es libre, subsésil, con muchos óvulos, el estigma globoso; la legumbre lineal, compresa o comprimida dentro o en medio de las semillas; las semillas son ovaladas u orbiculares, compresas, el hilum es pequeño y no estrofilado (18).

### 3.1.4 Descripción del género *Pachyrrhizus* según Sorensen

El género *Pachyrrhizus* está morfológicamente delimitado por la presencia de las siguientes características:

Planta herbácea semierecta que puede ser clasificada como planta perenne, hojas trifoliadas, con estípulas en los bordes (Figura 2), la inflorescencia es un grupo de racimos simples y las flores tienen un cáliz tubular y una corola papilionada. El ovario tiene una base granulada en forma de disco, el estilo curvilíneo está ubicado verticalmente y la superficie vertical del estigma es sub globoso. La legumbre lineal está comprimida entre las semillas, las cuales son cuadradas, más o menos aplanadas o de forma ovalada (Figura 3), la planta puede tener una o más raíces tuberosas (Figura 4). El rango del color va de verde olivo y de un marrón profundo a negro, o de negro y blanco a un crema moteado (17).

### 3.1.5 Descripción de la especie *Pachyrrhizus erosus* L. Según Sorensen

Es una planta herbácea con gran variación en el borde de las hojas, de dentadas a palmeadas (Figura 2). La especie es definida por la falta de pubescencia en las hojas, el número de flores de 4 a 11 por inflorescencia lateral y con una longitud de 8 a 45 centímetros.

El tamaño de la vaina en promedio alcanza 6 a 13 cm de largo y 8 a 17 mm de ancho. La reducción de la pubescencia, la madurez y el color (de café pálido a verde olivo café) son caracteres específicos de esta especie.

Un número de características de las semillas son también específicas, estas incluyen el color, el cual está entre el rango de verde olivo a café o café rojizo, y de forma plana y cuadrada a redonda, pero nunca reniforme.

Las distinciones taxonómicas claras entre genotipos silvestres y cultivados son difíciles de hacer, debido al vasto número de poblaciones efímeras en México y Centro América, originándose de cultivos previos. Sin embargo, el material silvestre puede ser identificado sin equivocación por medio del tamaño generalmente más pequeño de la hoja, la pubescencia aumentada de las hojas y vainas, lo pequeño y a menudo elongado, forma irregular de la raíz tuberosa y el color café oscuro de la superficie del tubérculo.

Las vainas de ambos genotipos silvestres y cultivados son dehiscentes. El cultivo nunca ha sido seleccionado por características de los granos en las vainas, generalmente los productores de semillas cosechan las vainas cuando no están del todo maduras (17).

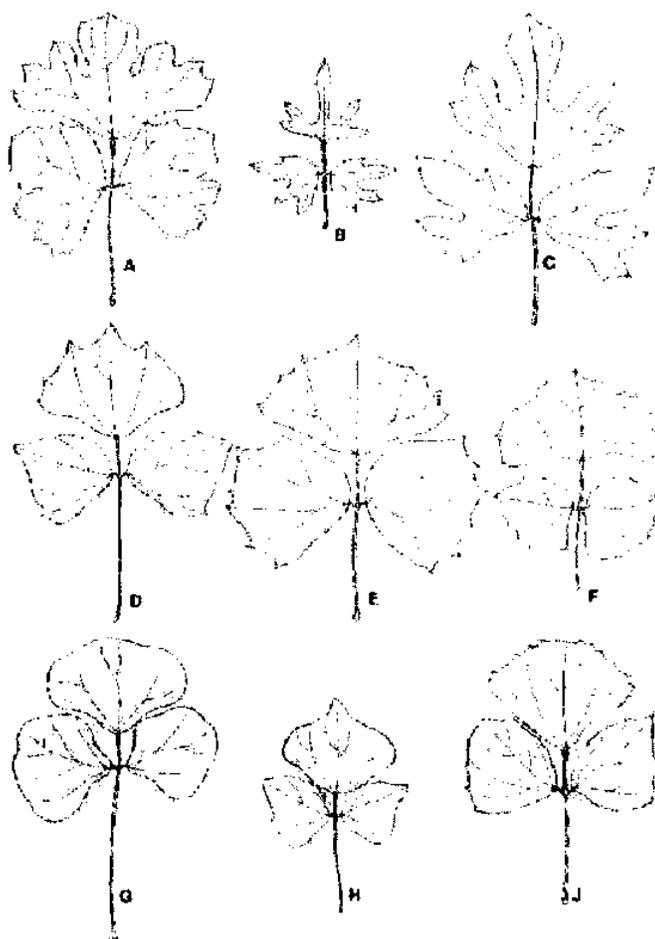


Figura 2. Variantes de las formas de hojas de Pachyrrhizus erosus según su procedencia. (A) de Moyuta, Jutiapa, Guatemala. (B) Guanacaste, Costa Rica. (C) Guanacaste, Costa Rica. (D) Cartago, Costa Rica. (E), (F) y (G) Oaxaca, México. (H) Yucatán, México. (J) Nayarit, México.

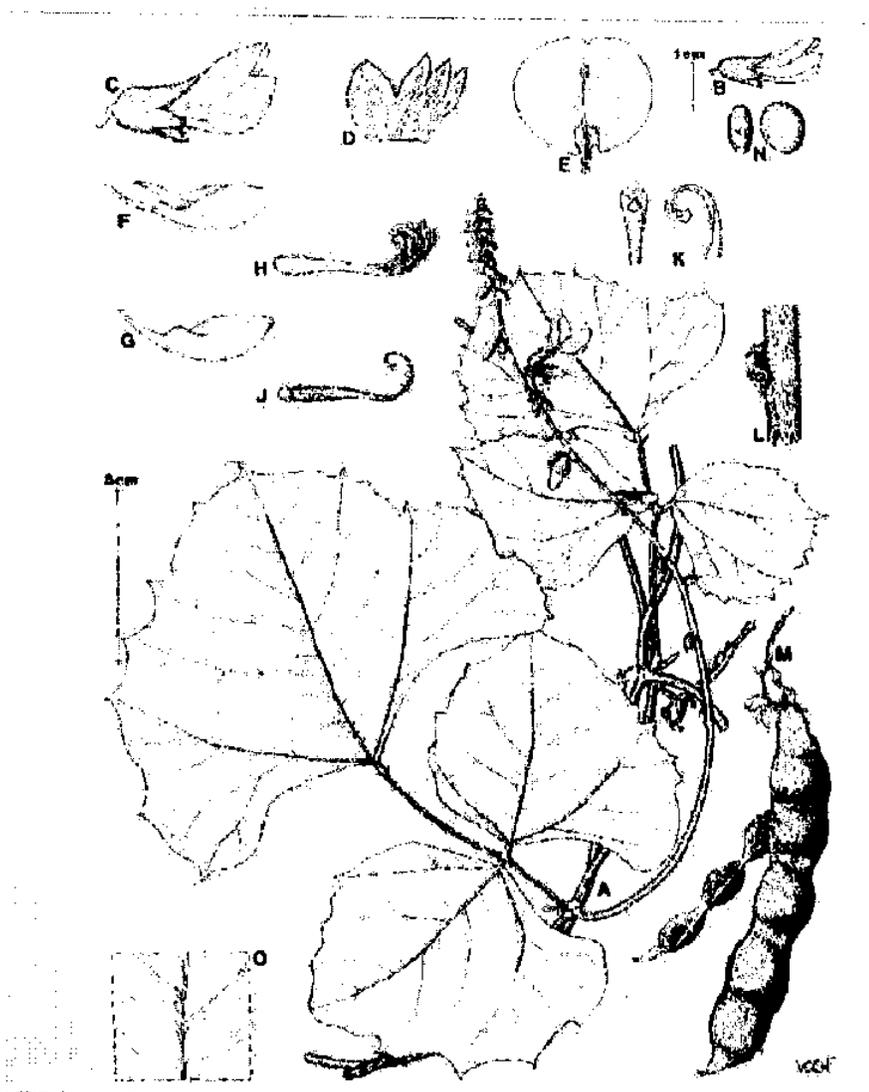


Figura 3. Descripción gráfica de la jicama (*Pachyrrhizus erosus*).

(A) Hábito, 2/3 del tamaño natural. (B) Flor. (C) Flor, vista lateral. (D) Cáliz abierto. (E) Estandarte con estambre medio libre. (F) Ala. (G) Quilla. (H) Estambres. (I) Pistilo con disco basal. (J) Vista lateral del estilo y estigma subgloboso. (K) Eje de inflorescencia lateral. (L) Legumbre madura. (M) Vista lateral y de planta de la semilla. (N) Sección adaxial de la superficie de la hoja. (O)

### 3.1.6 Descripción de la especie *Pachyrrhizus erosus* L. (Según Flora de Guatemala)

Sinónimos: *Dolichos erosus* L. 1753; *P. Angulatos* L. 1825.

Nombre común: jícama; Jícamo, Caxilhican (Petén, Maya).

Usualmente es una liana herbácea pequeña rastrera o trepadora, con pubescencia estrigosa fina o tosca, o hirsuta con pelos cafesinos; estípulas lineal-lanceoladas de 5 a 11 mm. de largo; folíolos con pubescencia estrigosa fina, solamente esparcida en el envés, los folíolos laterales de ovalados a romboides, enteros, dentados o lobuladopalmeros; el folíolo terminal de romboide a ovalado reniforme, acuminado, amplia o angostamente cuneado en la base, con 5 lóbulos de 4 a 20 cm de largo, racimos erectos, de 4 a 70 cm. de largo, pedicelos de 1 a 5 mm. de largo amontonados en los nudos del ráquis, las flores de 15 a 23 mm. de largo; cáliz de 8 a 12 mm. de largo; el estandarte de 17 a 22 mm. de largo y de 12 cm de ancho, el color varía de violeta profundo a blanco, la legumbre de 7.5 a 13 cm de largo y de 11 a 18 mm de ancho, finamente estrigosa que se torna glabra al madurar, semillas cuadradas o redondeadas, usualmente comprimidas de 5 a 11 mm de largo, anchas y de color amarillo, café o rojo (18).

La forma de estas especies con folíolos no lobulados pero más bien toscamente dentados o algo enteros en la variedad *Typicus clausen*, la otra en la cual los folíolos son palmati-lobulados, son la variedad *Palmatilobus* (DC) Clausen. Ambas se encuentran en Guatemala (18).

El nombre jicama es una derivación nahuatl y es usada en toda América Central y en México, algunas veces se llama también frijol para, en Honduras; "Chicam", Me Chen Chicam (Yucatán, Maya) (18).

La jicama es una hortaliza popular en El Salvador y a lo largo del Pacífico de América Central, también en México, ésta es poco o no conocida en el centro y occidente de Guatemala (18).

Estas especies crecen sin embargo en Chiquimula, Jutiapa y en otros departamentos de oriente y las raíces han sido vistas ocasionalmente en los mercados de allí. Estos son siempre consumidos crudos. Recuerdan algo a los nabos en tamaño y forma pero son usualmente agostados y blanquecinos. La carne o pulpa es blanca acuosa, dulce y de agradable sabor. Las plantas se propagan más o menos parecido al camote, sin soportes para las guías y a menudo en camas elevadas (18).

### 3.1.7 Descripción de Pachyrrhizus erosus L. (Según la FAO)

Planta herbácea, voluble, con hojas trifoliadas, folíolos anchos, membranosos, angulares y dentados; flores azulejas o caducas; cáliz bilabiado, de 3 dientes; corola con un nectario granulado en la base. Raíces tuberosas que se desarrollan mucho cortando la flor, como se hace con las papas (4).

Existen dos especies cultivadas de Pachyrrhizus, la P. Erosus y la P. Tuberosus, que difieren en tamaño. En buena tierra, la jicama da 100 toneladas de raíces por hectárea. Las plantas se propagan fácilmente por semilla y, excepto la necesidad de abonar bien la tierra donde se va a sembrar, no necesita mayor cuidado (4).

Cuando las plantas se propagan por semilla son necesarios de 5 a 9 meses para obtener tubérculos grandes, en clima cálido, pero cuando se utilizan raíces pequeñas se reduce enormemente el tiempo de producción. En las partes más cálidas de la región de México, con luz y terreno bien preparado, las raíces maduras son comúnmente cosechas a los 3 meses (4).

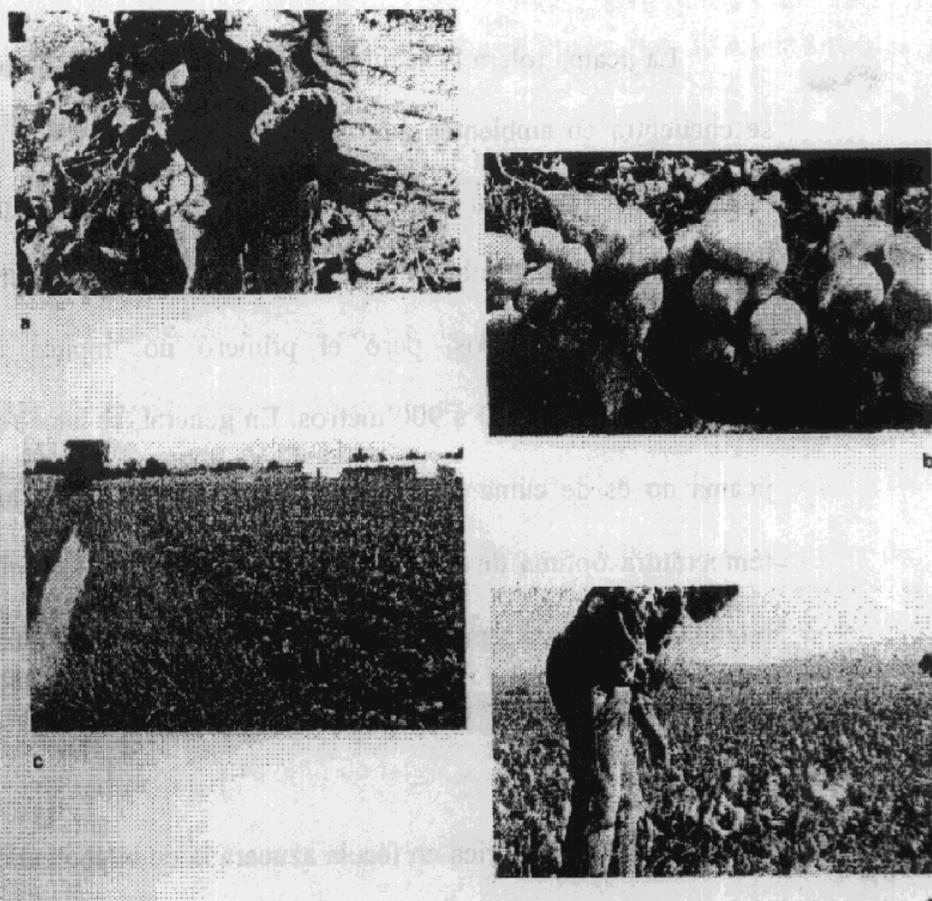


Figura 4: Aspectos de la producción de Pachyrrhizus erosus.

### **3.1.8 Condiciones edáficas y climáticas que favorecen el cultivo de jícama.**

Regularmente el cultivo se desarrolla bien tanto en suelos pobres como fértiles, que presenten una textura franca, la cual contribuye al buen desarrollo de la raíz (4). Respecto a las condiciones climáticas, este cultivo crece bien en lugares sub-tropicales y tropicales de ambiente seco a húmedo, requiriendo para tener mejores producciones de climas cálidos y lluvia moderada (4).

La jícama tolera la sequía, pero es sensible a las heladas. Este cultivo se encuentra en ambientes que van desde el nivel del mar, hasta los 2,000 metros. En Venezuela (18) se reporta que este cultivo aparenta adaptarse solo a zonas de 550 metros en adelante, teniendo como probable límite los 1,800 o 2,000 metros, pero el primero no implica que vegete con exuberancia en los 600 a 900 metros. En general, se hace referencia a que la jícama no es de clima cálido, sino de lugares altos y templados, siendo la temperatura óptima de 17 a 18 grados centígrados, sin embargo, se adapta relativamente bien a temperaturas máximas de 27 a 28 grados centígrados.

### **3.1.9 Importancia del cultivo de jícama.**

#### **3.1.9.1 En la Alimentación.**

La jícama es muy rica en fécula azucarada de buena calidad que se extrae con facilidad como la de la Yuca. La raíz a pesar de tener una cáscara gruesa y áspera, se pela fácilmente dejando expuesto la parte comestible que es carnosa, blanca, succulenta y de textura parecida a la manzana, con un sabor dulce y agradable (4).

A diferencia de otras raíces y tubérculos, su textura crocante se mantiene aún después de su cocción. En general, esta raíz se maneja y almacena en forma similar a las papas (4).

Con la excepción de la papa, el camote y la yuca, las raíces y los tubérculos han sido relativamente poco considerados desde el punto de vista de la alimentación y nutrición. Sin embargo, estos recursos presentan varias ventajas respecto a su rendimiento y al aporte de energía como carbohidrato. En general, las raíces y tubérculos no son fuentes de proteína verdadera. Algunos de estos materiales son fuentes ricas en carotenos.

Como todos los órganos de reserva, las raíces de Pachyrrhizus erosus son ricas en agua y carbohidratos, así como en azúcares y proteínas, calcio, hierro, tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico. Al principio las raíces de jicama son más jugosas, se vuelven luego más secas y el jugo es menos claro (1).

La jicama se consume como ensalada verde, para ello se pela haciendo rodajas delgadas o cuadritos, y se añade sal, pimienta y jugo de limón. Otra forma de consumirla es en ensalada con azúcar y jugo de naranja (18).

En México se le raspa finamente y se le agrega leche, azúcar y huevos para preparar un pudín muy agradable y nutritivo. En oriente de Ecuador se consume cocida o cruda deshidratada al sol, algunos prefieren sancocharla después de unos minutos de cocción antes de consumirla (4).

La raíz es la parte en general comestible para los humanos, aunque en algunas regiones de América Central las vainas inmaduras son consumidas

como frijoles verdes, pero puede ser tóxico para los humanos. La parte aérea de la planta puede servir para forraje de ganado (4).

El valor nutritivo de la jícama como un cultivo comestible al humano se indica con los valores obtenidos en el análisis bromatológico hecho a la raíz, por el INCAP.

**Análisis bromatológico de la jícama (Pachyrrhizus erosus L.) según INCAP (4).**

Contenido de nutrientes por 100 gramos de materia fresca.

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| Agua (gr.) .....                    | 86.50 |
| Proteína (gr.) .....                | 1.20  |
| Grasa (gr.) .....                   | 0.20  |
| Carbohidratos totales (gr.) .....   | 11.70 |
| Fibra cruda (gr.) .....             | 0.60  |
| Ceniza (gr.) .....                  | 0.40  |
| Calcio (mgr.) .....                 | 17.00 |
| Fósforo (mgr.) .....                | 18.00 |
| Hierro (mgr.) .....                 | 0.70  |
| Activador de Vitamina A (ug.) ..... | 0.00  |
| Tiamina (mgr.) .....                | 0.04  |
| Riboflavina (mgr.) .....            | 0.03  |
| Niacina (mgr.) .....                | 0.30  |
| Acido ascórbido (mgr.) .....        | 19.00 |
| Valor energético (kcal.) .....      | 48.00 |

### 3.1.9.2 Como abono verde

Las ventajas de la jicama como abono verde se resumen de la siguiente manera:

- a) Es una leguminosa que permite la simbiosis de familias de bacterias que se adhieren a sus raíces.
  - b) Posee un follaje abundante, igual al que demuestra el Kudzú. Su crecimiento exuberante y en forma de alfombra tupida sobre el suelo ofrece follaje, que al incorporarse, provee una enorme materia orgánica al suelo.
  - c) La lignificación es tardía, llevándole en esto ventajas a todos los abonos verdes. Bien sabido es que las Crotalarias, Tephrosias, habas, terciopelo y otras, necesitan incorporarse al suelo momentos antes de la floración, a objeto de que el tejido no esté leñoso, y sea fácil su descomposición orgánica. Con la jicama no ocurre esto, ya que se obtiene la cosecha de tubérculos y la de las cápsulas y luego enterrarlo si así lo desea.
  - d) Produce frutos y raíces antes de incorporarse.
  - e) Su follaje abundante permite incorporarse en cualquier época del año
- (18).

### 3.1.9.3 Como planta de cobertura

Como planta de cobertura, la jicama tiene las siguiente ventajas:

- a) Es un cultivo que bajo condiciones ambientales adecuadas puede considerarse perenne, pues los tubérculos al dejarse bajo tierra brotan con bastante precocidad.

- b) Su alfombra continua y follaje exuberante, le hacen tener cualidades de planta que impide la excesiva sequedad y evaporación de los suelos.
- c) Las vainas son dehiscentes, lanzando las semillas a su alrededor. Las semillas quedan protegidas bajo la sombra de hojas y guías; al llegar la época lluviosa éstas germinan. Esto permite que el agricultor se despreocupe de su propagación si la utiliza como planta de cobertura.
- d) Por el desarrollo de su follaje, resulta un cultivo ideal para evitar la erosión.
- e) Permite la siembra de árboles y a la vez defenderlos de malezas por su capacidad de estrangulación, permite el establecimiento de un programa paulatino de reforestación en terrenos con pendiente, sin tener que recurrir a costosas, terrazas u otros sistemas mecánicos antierosivos (18).

#### **3.1.9.4 Como cultivo de rotación**

En resumen las ventajas que este cultivo presenta son las siguientes:

- a) Sembrándose en salidas de invierno en una plantación de maíz permitirá su desarrollo para que sus cualidades de trepadora le permitan crecer sobre los tallos de maíz ya recolectados, usándolos como tutores.
- b) Se puede sembrar como simple abono verde en rotación con plantas y cultivos que así lo exijan.

### **3.1.10 Aspectos fisiológicos que fundamentan el incremento de la producción de raíces al eliminar la flor en la jicama**

Martínez(8) indica que en caña de azúcar se da un proceso similar al que manifiesta la jicama, al eliminar la flor, al respecto indica:

Biológicamente, cuando un vegetal está por completar su ciclo debe entrar al proceso de reproducción, para lo cual, además de prepararse anatómica y morfológicamente, lo debe hacer también fisiológicamente. En la parte anatómica morfológica, lo hace formando las estructuras adecuadas para la fecundación (gametos) que quedan incluidas en el órgano especializado para ello, que en las plantas angiospermas se le denomina flor. En la parte fisiológica, lo hace preparando estructuras especializadas para almacenar reservas que puedan ser la fuente provisoria de energía para los incipientes nuevos individuos que se formarán de la unión de los gametos (fecundación). Es así como en las distintas fases del proceso reproductivo la planta invierte energía que se utilizará en el mismo o que debe almacenarse en estructuras especializadas para proveer de energía al nuevo individuo, mientras este no es autosuficiente (8).

La floración y el proceso de reproducción en si, es un fenómeno altamente dependiente de energía, por lo cual es un gran consumidor de sustratos aportadores de ésta, como lo es la sacarosa (carbohidrato universal para transporte en el floema de los vegetales, que al quedar de excedente se almacena en estructuras especializadas como lo son los tallos de la caña de azúcar. De esta manera eliminar, inhibir o suprimir la floración permite

incrementar el almacenamiento de sustancias de reserva en las estructuras especializadas ya mencionadas (8).

La influencia detrimental del proceso de floración sobre el rendimiento agronómico en caña de azúcarde puede anularse o reducirse manejando los siguientes lineamientos:

- a) **Inhibición de la floración:** Anatómica y fisiológicamente el fenómeno de la floración ha sido muy escasamente entendido, por ello en la aventura de pretender la inhibición no se han tomado en cuenta factores que juegan un papel fundamental en la inducción o inhibición a nivel hormonal. Entre los factores prioritarios en inducción-inhibición floral están las variables climáticas como duración e intensidad lumínica, régimen de precipitación anual, régimen de temperaturas durante el año. Estas variables, en nuestras latitudes, son muy impredecibles de un año a otro, principalmente por la gran influencia que hay en el área mesoamericana de las corrientes del niño y de la niña. Por otro lado, también hace muy difícil las predicciones sobre aspectos climáticos, la deficiencia de redes meteorológicas y registros a largo plazo, que permitan elaborar y correlacionar tablas y curvas para entender cuando y como toma lugar un fenómeno muy complejo como lo es la floración. En resumen, para el área Centroamericana, la inhibición floral se ha manejado como un aspecto de prueba y error que hoy por hoy ha rendido sus frutos agronómicos.

- b) **Supresión de la floración:** Esta se logra mediante la aplicación de productos químicos que suprimen la formación de la flor, es decir, logran que las plantas no emitan flor en forma natural.
- c) **Eliminación mecánica de la flor:** El corte por medios mecánicos utilizando para ello tijeras podadoras, machetes, cuchillos, etc., de las flores de la jícama, producen una traslocación de sustancias elaboradas de la parte vegetativa a la raíz, por medio del tejido especializado de conducción conocido como floema (8).

Investigadores como Zinsou (1994) indican que la floración y la producción de vainas compiten con la tuberización, por lo que en dicha competencia se reduce la producción de raíces (19). Noda y Kerr (1983) sugieren que existe una migración de productos elaborados hacia las flores, vainas y semillas (reproducción sexual) lo cual disminuye la formación de raíces tuberosas (11).

### **3.1.11 Estudios sobre jícama realizados en otros países**

#### **3.1.11.1 Efecto del desflore versus rendimiento de raíces en el cultivo de jícama, en Cabiria (CATIE, Turrialba), Costa Rica.**

Este estudio se llevó a cabo tomando en consideración las referencias de Pinto (1,970), y Diaz (1979), en las que mencionan que la eliminación de inflorescencias aumenta la cosecha de raíces en un 100% (13, 3). Otros autores han indicado que la eliminación de flores aumenta en 10 veces los rendimientos de raíces tuberosas (Noda y kerr, 1983; Noda et al, 1991) (9).

El experimento en mención se llevó a cabo del 20 de abril (siembra), al 20 de Septiembre (cosecha), de 1,994. Se utilizó un diseño de parcelas divididas con 4

repeticiones. Los factores evaluados fueron: con desflore (eliminación de flores), y sin desflore para las parcelas completas y 5 accesiones en las sub-parcelas.

El tratamiento de eliminación de flores consistió en cortar todas las inflorescencias utilizando una tijera podadora. Esta labor se ejecutó dos veces durante el ciclo de cultivo, la primera eliminación fue al inicio de julio y la segunda al inicio de agosto. Durante la cosecha se clasificaron las raíces de acuerdo a 2 tamaños; pequeñas para peso inferior a 300 g y medianas entre 300 y 600 g. adicionalmente se registró el número de raíces que presentaron problemas de agrietamiento y número de raíces con defectos (doble y deformes). Se evaluó la cantidad y el peso de las raíces tuberosas de acuerdo a su tamaño. El rendimiento se estimó en kgs./ha, para realizar el análisis de varianza según el diseño de parcelas divididas (9).

El análisis de varianza para días a floración y botones por inflorescencia mostró diferencia altamente significativas entre accesiones. De acuerdo con las características de floración se conformaron tres grupos: Un grupo tardío de las accesiones EC114 y EC509 con floración a los 107.7 y 98.5 días respectivamente, un grupo intermedio de EC511 y EC523 con floración a los 87 días y la accesión EC536, de gran precocidad que floreció a los 77.7 días. El tratamiento de eliminación de flores mostró diferencias altamente significativas, para las variables peso de raíces pequeñas ( $P=0.002$ ), y para el peso promedio por raíz de tamaño mediano ( $P=0.004$ ); diferencia significativa al 5%. Se presentó diferencia estadística significativa al 5% entre accesiones para número

de raíces pequeñas, medianas y agrietadas y diferencia altamente significativa para el peso de raíces medianas ( $P=0.007$ ) y ( $P=0.0001$ ) (9).

La interacción entre el desflore y accesiones fue altamente significativa para la mayoría de variables estudiadas, excepto para el peso de raíces medianas y raíces con defectos; las cuales no mostraron diferencia estadística. En promedio, el peso total de raíces en el tratamiento con desflore (19,115 kgs./ha), superó en 116% la producción sin desflore (8,367 Kgs./ha), confirmando lo mencionado por Díaz (1979) y Pinto (1970), de que la eliminación de flores duplica el rendimiento. El peso de raíces pequeñas (13,448 kgs./ha), alcanzó un 71% más de peso cuando se eliminaron flores. En el caso del peso por raíz, el tamaño pequeño de raíz mostró una diferencia de 55 g de peso a favor del desflore (115 g/raíz) y de 75 g en el tamaño mediano de raíz.

Respecto al número de raíces pequeñas y medianas por accesión en respuesta a la eliminación de flores se pudo observar que cuando se eliminan las flores disminuye la cantidad de raíces pequeñas pero aumentan las raíces medianas, lo que comprueba el efecto de competencia entre flores (posteriormente vainas y semillas), y tuberización y engrosamiento de las raíces. Las accesiones EC114, EC509 y EC511 tuvieron una respuesta similar al desflore; sin embargo, las accesiones EC523 y EC536 fueron claramente más afectadas por esta práctica. Respecto a la interacción para las variables de peso, la accesión EC536 fue particularmente favorecida por la eliminación de flores, aumentando de 4,765 a 29,750 kgs./ha en el peso total de raíces, lo que representa 6.2 veces de peso al cortar las flores. Al igual que con la cantidad de raíces, la producción resultó

muy baja cuando se permitió permite la floración y el desarrollo de vainas. La EC536 fue notablemente superior al resto de las accesiones cuando se practicó la emasculación de tratamientos. Un comportamiento similar se presentó para la accesión EC523 en la cantidad y el peso total de raíces aunque en menor proporción que EC536. La accesión que se observó menos afectada fue la EC114 con una diferencia de 4,362.7 Kgs./ha de peso total entre eliminación y no eliminación de inflorescencia.

Parece que existió una relación estrecha entre días a floración y efecto de cortar las inflorescencias. Las accesiones con mayor respuesta al desfloreo fueron aquellas que tuvieron menos días de haber florecido (EC536 y EC523), y las más tardías (EC114 y EC509) mostraron una menor respuesta. Lógicamente el efecto de competencia fue mayor cuando se inició la floración tempranamente. Esto puede significar que el proceso de floración se inicia independientemente del proceso de tuberización y viceversa. Es probable que el número de inflorescencias por planta se relacione también con el efecto de desfloreo. Aunque no se cuantificó esta característica, se observó que la accesión EC536 fue superior en inflorescencia al resto de los materiales genéticos; lo cual implica una mayor competencia en el proceso de tuberización. En relación a raíces con defectos evaluados en este estudio, solamente existió diferencia estadística para el tratamiento de desfloreo. El número de raíces con defectos fue superior cuando se eliminaron flores (7,272 raíces/ha) respecto a la no eliminación (3,370 raíces/ha). Se observó que en las accesiones EC114 y EC511 disminuyó la cantidad de raíces agrietadas cuando se eliminan las flores

pero ocurrió lo contrario con el resto de las accesiones. La tendencia general, fue el incremento de raíces con grietas al eliminar las flores (9).

Las conclusiones a las que se llegó con la investigación indican que:

Los rendimientos de raíces tuberosas aumentan significativamente cuando se eliminan las flores pero la respuesta es dependiendo del tipo de germoplasma (accesión).

La accesión EC536 incrementó en más de 6 veces el peso total de las raíces al realizar la práctica de desfloreo.

Existió un claro efecto de la competencia entre floración (producción de vaina y semilla), y formación de raíces tuberosas. La respuesta a la eliminación de flores fue mayor con las accesiones más precoces en floración ya que la competencia por productos elaborados en la fotosíntesis ocurre en las etapas iniciales del desarrollo vegetativo (9).

### **3.1.11.2 Influencia de la humedad en el rendimiento y forma de la raíz de la jicama (Pachyrhizus erosus L.).**

En México, Saray (5), en terrenos del campo agrícola experimental Zacatepec y utilizando un diseño de bloques al azar en arreglos en parcelas divididas, estudió la influencia que tiene el contenido de humedad en el suelo sobre el rendimiento y forma de la raíz de la jicama. Los tratamientos fueron número de riegos (2, 3, 4 y 5 riegos después del temporal), que se hicieron en las parcelas grandes, y variedades (cristalina, agua dulce y ahuchuetzingo), en las parcelas chicas.

Los resultados indicaron que tanto en rendimiento total y comercial (raíces bien formadas y sin ningún daño físico), como en número de riegos, los mejores tratamientos fueron cuatro riegos, con 109 toneladas por hectárea (82.5% fue comercial), y cinco riegos, con 110 toneladas por hectárea (78% fue comercial).

Se observó que en rendimiento de jicama grande no hubo diferencia entre tratamientos 3, 4 y 5 riegos resultando mejores que en el de dos riegos. Respecto a variedades utilizadas, los mejores rendimientos se obtuvieron con la variedad Cristalina con 118 toneladas por hectárea. En rendimiento comercial las variedades sobresalientes fueron Cristalina con 86.65 toneladas y Ahuehuetzingo, las dos con un 80.5 del total de raíces cosechadas. El número de raíces grandes (mayor de 1,000 g.), fue superior en las variedades de Ahuehuetzingo y Cristalina.

### **3.1.11.3 Evaluación del comportamiento de la jicama bajo diferentes distancias de siembra**

El experimento se llevó a cabo bajo las condiciones ambientales del CATIE, en Turrialba, Costa Rica; en este trabajo se evaluó el efecto de tres distancias de siembra entre plantas (densidad) y tres genotipos de jicama (10). El diseño experimental utilizado fue un experimento factorial  $3^2$  en un diseño en parcelas divididas con tres repeticiones. Los factores evaluados fueron: Accesiones en las parcelas grandes o completas y distancias en las parcelas menores o sub unidades. Se utilizaron las accesiones EC032, EC509 y EC534, con distancias entre plantas de 0.10 metros, 0.15 metros y 0.20 metros; la distancia entre surcos

fue de 0.75 metros. Cada surco se sembró a doble hilera de plantas con una separación entre hileras de 0.25 metros, lo cual significó una densidad de siembra de 266,667 plantas por hectárea con la distancia de 0.10 metros, 177,778 plantas por hectárea con 0.15 metros y 133,333 plantas por hectárea con la distancia de 0.20 metros. Durante la cosecha se clasificaron las raíces tuberosas en dos grupos de acuerdo al tamaño y al peso: tamaño pequeño para pesos inferiores a 300 gramos y tamaño mediano para pesos entre 300 y 600 gramos.

De acuerdo al Análisis de Varianza se presentaron diferencias altamente significativas (1%) entre distancias para las variables número y peso de raíces de tamaño pequeño y para el número de raíces totales. Los resultados obtenidos dieron una diferencia significativa (5%) entre distancias para el peso total de raíces e igualmente entre accesiones para el número total de raíces.

Para el tamaño de raíz pequeño la accesión con mayor número promedio de raíces fue EC032 (132,400 raíces/hectárea) seguida de EC509 con una cantidad similar (131,300 raíces por hectárea); EC 534 mostró el menor número de raíces por hectárea el cual fue de 117,900, pero el peso más alto fue de 17,700 kilogramos/hectárea, aunque sin diferencias significativas respecto a las otras accesiones. En general se observó que el número de raíces y peso por hectárea aumentó con una menor distancia. El peso y número de raíces de tamaño pequeño fue más alto a medida que la distancia de siembra fue menor, lo que significa que a menor distancia hay mayor competencia entre plantas y por lo tanto más cantidad de raíces pequeñas.

Para las raíces medianas no se presentó diferencia significativa pero se puede inferir que las raíces tienden a crecer y a desarrollar más a mayores distancias, debido a una menor competencia entre plantas (10).

## **3.2 MARCO REFERENCIAL**

### **3.2.1 Descripción del área donde se realizó el estudio**

#### **3.2.1.1 Localización**

La investigación se llevó a cabo en la aldea "Delicias del Jobo", municipio de Taxisco, departamento de Santa Rosa, Guatemala; situada a 14° 27' 35" Latitud Norte y 90° 20' 18" Longitud Oeste, y a una altura de 550 metros sobre el nivel del mar (5).

Geográficamente la aldea se localiza en la parte Oeste de Taxisco, a 11 kilómetros de la cabecera municipal y a 101 kilómetros de la Ciudad Capital. La vía de acceso principal es por la carretera CA-9 que de Escuintla comunica a la frontera con El Salvador, cuya entrada se encuentra en el kilómetro 96.5 de donde se deriva una carretera de terracería de 4.5 kilómetros hacia la aldea.

#### **3.2.1.2 Suelo**

Según Simmons (16), los suelos de esta área pertenecen al grupo de suelos del declive del Pacífico y a la Serie Taxisco, los cuales se caracterizan

por ser suelos profundos sobre materiales volcánicos mezclados o de color oscuro. El material madre es el lahar pedregoso, su relieve es inclinado y su drenaje interno es bueno. El suelo superficial es de color café, rojizo u obscuro, de textura franco arcillosa friable y su espesor varía de 20 a 30 centímetros. El pH varía de 5.5 a 6 y el contenido de materia orgánica de 3.93 a 4.45%. En lo que respecta al subsuelo, éste es de color rojo, de consistencia friable, textura arcillosa y de espesor que varía de 60 a 100 centímetros.

### 3.2.1.3 Condiciones climáticas

Según Holdridge (2), la aldea se encuentra comprendida en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido (bmh-S-c), la cual se caracteriza por tener condiciones climáticas variables por la influencia de los vientos. La temperatura en esta zona oscila de 21 a 25° C., la evapotranspiración potencial se estima en promedio en 0,45 y el patrón de lluvia varía entre 2,136 a 4,327 mm anuales.

### 3.2.1.4 Vegetación:

Según Holdridge (2), la vegetación natural en esta zona es una de las más ricas en su composición florística, citándose sin embargo, como especies indicadoras: *Scheelia preusii* (Corozo), *Terminalia oblonga* (volador), *Enterolobium cyclocarpon* (Conacaste), *Sickingia salvadorensis* (Puntero), *Triplaris melaenodendrum* (Mulato), *Cydistax downell-smithii* (Palo blanco, primavera), y *Andira inermis* (Chaperno).

#### **4. OBJETIVOS:**

##### **4.1. GENERAL**

**Determinar el efecto del desflore sobre la producción y calidad de raíces pivotantes en cuatro materiales de cultivo de jicama (Pachyrhizus erosus L.) bajo las condiciones de la aldea Delicias del Jobo, Taxisco, Santa Rosa.**

##### **4.2. ESPECIFICOS:**

**Evaluar el efecto de la práctica de desflore sobre la producción de raíces pivotantes en el cultivo de la jicama.**

**Evaluar la producción de raíces pivotantes en diferentes materiales genéticos del cultivo de jicama, bajo condiciones de la aldea Delicias del Jobo, Taxisco, Santa Rosa.**

**Evaluar el efecto de la práctica de desflore para diferentes materiales genéticos sobre la calidad de raíces pivotantes del cultivo de la jicama.**

## 5. HIPOTESIS:

- 5.1 La práctica del desflore en las etapas de inicio y finalización de la floración no afectan el rendimiento de la raíz de la jicama (*Pachyrrhizus erosus* L.) bajo las condiciones de la aldea Delicias del Jobo, Taxisco, Santa Rosa.
  
- 5.2 Los materiales de jicama evaluados presentan el mismo rendimiento en peso de raíces pivotantes producidas.
  
- 5.3 No existe interacción en los diferentes materiales y etapas de desflore evaluados en relación al rendimiento y calidad de raíces en el cultivo de la jicama.

## **6. MATERIALES Y METODOS:**

### **6.1 Tratamiento evaluados:**

#### **6.1.1 Factores evaluados:**

Se evaluaron 2 factores, los cuales fueron :

**Factor A: Materiales o variedades de jícama, con los siguientes niveles**

**A1 Variedad EC 236**

**A2 Variedad EC 523**

**A3 Variedad EC 565**

**A4 Variedad EC 250**

**Factor B: Etapas de desflore, con los siguientes niveles**

**B1 Eliminación de flor en prefloración (botón floral).**

**B2 Eliminación de flor en inicio de formación de vaina**

**B3 Sin eliminación de flor**

#### **6.1.2 Combinación de tratamientos:**

Se evaluaron 12 tratamientos, los cuales se describen en el cuadro 1.

Cuadro 1: Descripción de los tratamientos evaluados en la investigación.

| No. | TRATAMIENTO | DESCRIPCION DEL TRATAMIENTO   |
|-----|-------------|---|
| 1   | A1B1        | Variedad EC 236 con eliminación de flor en prefloración                   |
| 2   | A1B2        | Variedad EC 236 con eliminación de flor en inicio de formación de vaina   |
| 3   | A1B3        | Variedad EC 236 sin eliminación de flor                                   |
| 4   | A2B1        | Variedad EC 523 con eliminación de flor en prefloración                   |
| 5   | A2B2        | Variedad EC 523 con eliminación de flor en inicio de formación de vainas. |
| 6   | A2 B3       | Variedad EC 523 sin eliminación de flor.                                  |
| 7   | A3B1        | Variedad EC 565 con eliminación de flor en prefloración                   |
| 8   | A3B2        | Variedad EC 565 con eliminación de flor en inicio de formación de vainas  |
| 9   | A3B3        | Variedad EC 565 sin eliminación de flor                                   |
| 10  | A4B1        | Variedad EC 250 con eliminación de flor en prefloración                   |
| 11  | A4B2        | Variedad EC 250 con eliminación de flor en inicio de formación de vainas  |
| 12  | A4B3        | Variedad EC 250 sin eliminación de flor                                   |

### 6.1.3 Descripción de las variedades de jícama utilizadas en la investigación

#### **EC236**

Es un cultivar proveniente de México (Morelos, Joyutla), con tallos de 2.58 metros de largo en promedio, inflorescencias con un largo promedio de 40.67 centímetros. Las flores tienen un tamaño de 18.07 milímetros y son de color violeta; las vainas tienen una coloración café claro y las semillas tienen forma cuadrada aplanada de color café amarillento. Las raíces son napiformes con un peso promedio de 570 gramos de raíz por planta, un 9.92% de materia seca y un rendimiento promedio de raíces de 2,413.55 kilogramos por hectárea (12).

#### **EC523**

Es un cultivar de origen aun no establecido, que es cultivada principalmente en Nigeria, sus tallos son de 1.96 metros de largo en promedio, las inflorescencias tienen 19 racimos, las flores miden 16.93 milímetros y son de color violeta, las vainas presentan una coloración café claro, las semillas son cuadradas aplanadas de color café amarillento, con un 75% de raíces napiformes, con un peso promedio de 1,126.76 gramos de raíz por planta, su contenido de materia seca es de 9.73% y un rendimiento promedio de 17,493.82 kilogramos de raíz por hectárea (12).

#### **EC565**

Cultivar proveniente de Filipinas con tallos de 2.37 metros de largo en promedio, inflorescencias con 15 racimos cada una, las flores miden

18.13 milímetros y son de color violeta. Las vainas presentan un color café verdoso, sus semillas son cuadradas redondeadas de color café amarillento, las raíces son napiformes fibrosas, carnosas bien jugosas, con un 85.66% de agua por raíz. El peso promedio de raíz por planta es de 1,638.88 gramos, 14.34% de materia seca y un rendimiento promedio de 32,765.17 kilogramos de raíz por hectárea (12).

### **EC250**

Es un cultivar proveniente del departamento del Petén, con tallos de 2.39 metros de largo en promedio, inflorescencias con 28 racimos cada una, con flores de 16.97 milímetros de largo y de color lila; las vainas son de color pajiza, las semillas son cuadradas aplanadas de color café amarillento. Las raíces son napiformes en un 90% y presentan un peso promedio de 407.80 gramos de raíz por planta, el porcentaje de materia seca es de 9.53 y su rendimiento promedio de raíces en kilogramos por hectárea es de 4,659.93 (12).

### **6.2 Diseño Experimental:**

El diseño utilizado correspondió a un Bloques al azar bifactorial con arreglo combinatorio con 12 tratamientos y 3 repeticiones. La aleatorización de los tratamientos se observa en la Figura 2.

### **6.3 Modelo Estadístico:**

Donde:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \delta_k + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta de la  $ijk$  esima unidad experimental

$\mu$  = Media General

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$  esimo nivel asociado al factor A (materiales o variedades)

$\beta_j$  = Efecto del  $j$  esimo nivel asociado al factor B (etapas de desflore)

$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto de la interacción entre los factores materiales (A) y etapas de desflore (B)

$\delta_k$  = Efecto del  $k$  esimo bloque

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental asociado a la  $ijk$  esima unidad experimental.

#### 6.4 Descripción de la unidad experimental.

La unidad experimental consistió en una parcela de 5 metros cuadrados, con dimensiones de 2 X 2.5 metros. En cada unidad experimental se sembraron 5 surcos con separación de 0.5 metros entre uno y otro, en cada surco se sembraron 5 plantas a un distanciamiento de 0.4 metros. El total de plantas por parcela bruta fue de 25.

La parcela neta fue considerada de acuerdo a las siguientes dimensiones: 1.5 por 1.20 metros, en la cual se tomaron 9 plantas, considerando los tres surcos centrales y 3 plantas por surco, para contrarrestar el efecto de borde sobre las variables respuesta medidas.

Figura 5. Arreglo y aleatorización de los tratamientos en el campo

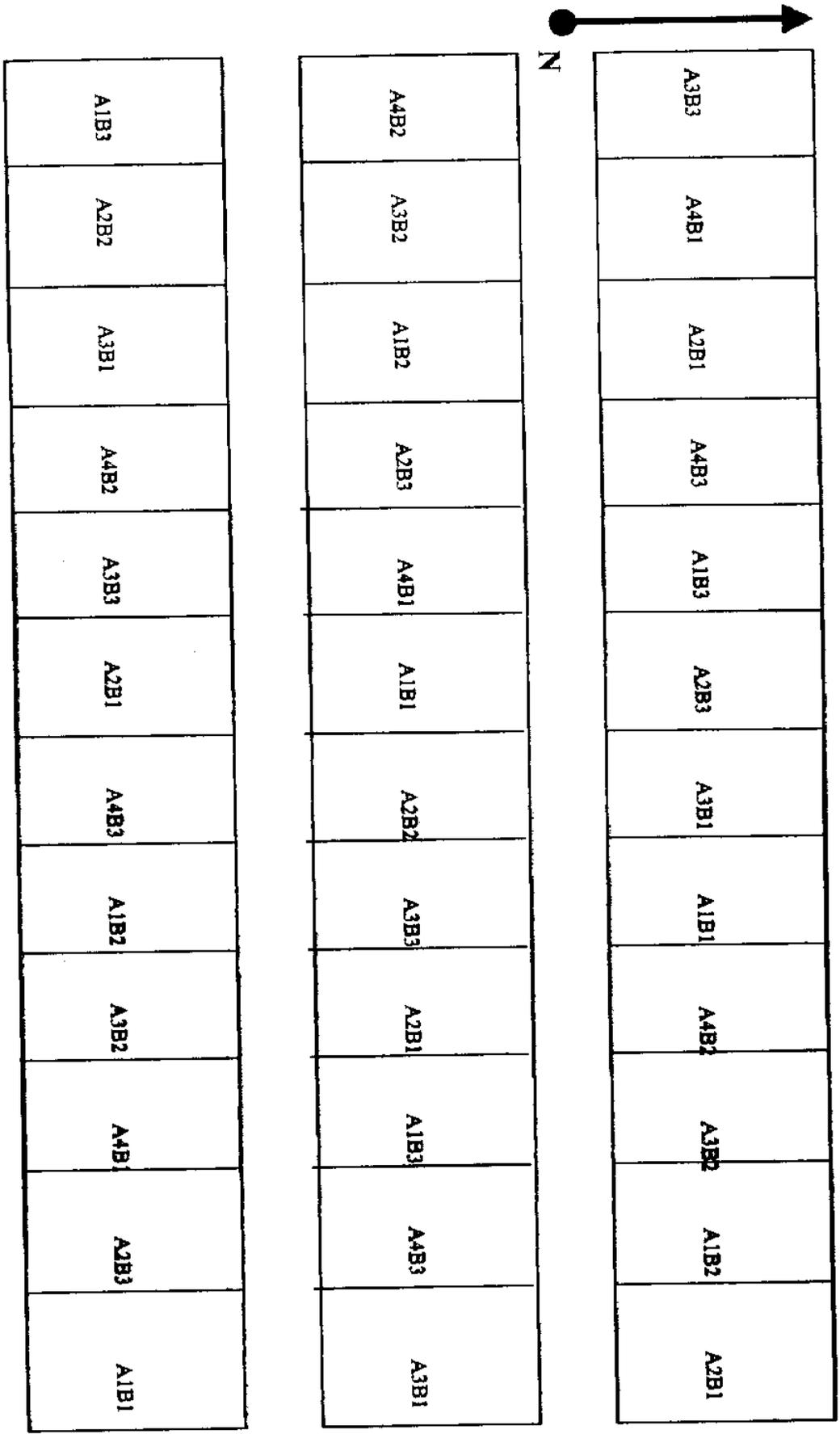
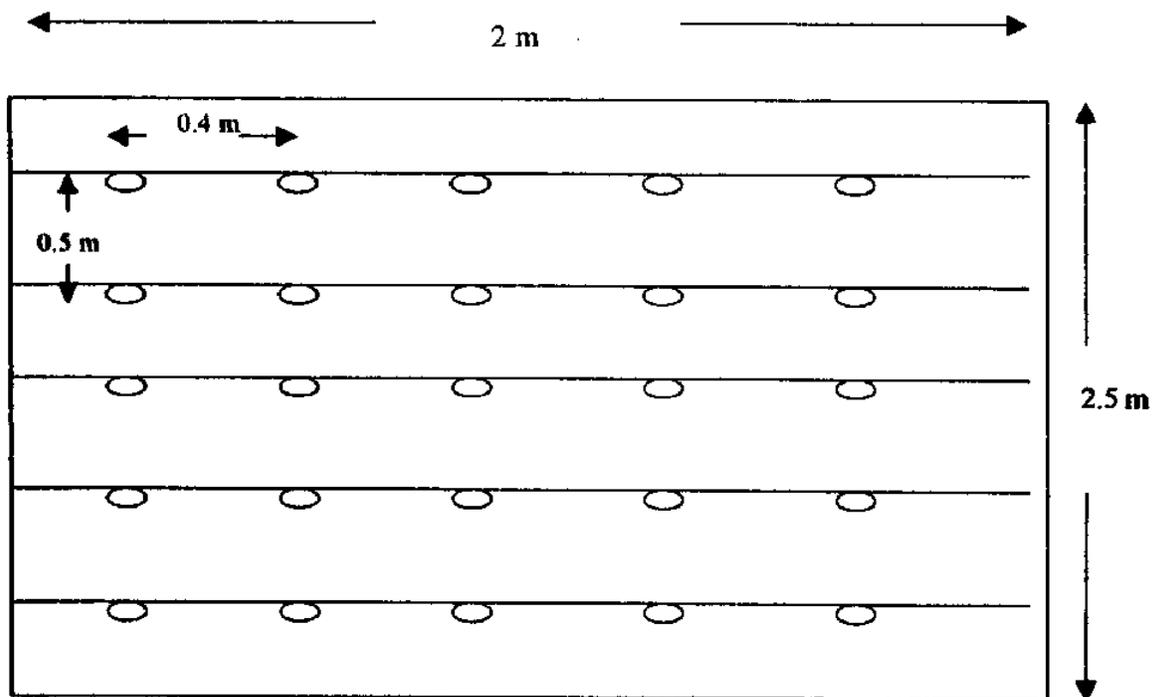


Figura 6. Detalle de la distribución de plantas en la unidad experimental.



## **6.5 Manejo del Experimento**

### **6.5.1 Preparación del terreno**

Esta consistió primeramente en hacer una limpieza general del terreno, retirándose del lugar piedras, palos, restos de cosecha y malezas. Posteriormente se realizó un camelloneado en forma manual a un distanciamiento de 0.5 metros entre cada uno, y a una altura de 25 centímetros sobre la superficie del suelo.

### **6.5.2 Siembra**

Esta consistió en dos etapas, siendo las siguientes:

- **Obtención de pilones.** Esta consistió en llevar la semilla de los diferentes materiales que se evaluaron, a la empresa de propagación de plantas "Pegón Piloncito", situada en Amatitlán, para que se encargara de producir la cantidad de pilones requeridos, utilizando para ello un sustrato especial y bandejas con capacidad de producir pilones. El tamaño deseado de los pilones se logró a los 35 días después de la siembra.
- **Siembra de pilones en campo definitivo:** Con la ayuda de una macana se procedió a hacer los agujeros en los cuales se sembraron cada uno de los pilones a una distancia de 0.40 metros entre pilón y pilón y a 0.5 metros entre surco y surco, sembrándose en total 25 pilones por unidad experimental equivalente a 225 pilones de cada material en total, distribuidos en 9 unidades experimentales.

### **6.5.3 Riego**

Se utilizó un sistema de riego por goteo, cuya instalación consistió en tomar de la fuente principal (río) el agua necesaria a través de un tubo de conducción, el cual se

conectó a la red de distribución de las mangueras que se instalaron para cada uno de los surcos.

La frecuencia de aplicación en los primeros días de establecido el cultivo fue un riego diario con un tiempo de riego de 3 horas; 15 días después de la siembra la frecuencia de riego se modificó a un riego cada 2 días con un tiempo de riego de 4 horas. Este sistema de riego fue requerido hasta finales del mes de junio, tiempo en el cual la época lluviosa se estableció en forma normal en el área.

#### **6.5.4 Control de malezas**

Este consistió en hacer limpiezas manuales cada 22 días, realizándose un total de 6 limpiezas después de las cuales el cultivo desarrolló follaje, que permitió controlar las malezas en forma natural. Las limpiezas entre surcos y entre unidades experimentales se realizaron con azadón, mientras que la maleza que crecía entre planta y planta a lo largo de la hilera, fue arrancada manualmente.

#### **6.5.5 Control de plagas y enfermedades**

Se hicieron 3 aplicaciones preventivas para evitar el ataque de plagas y enfermedades, usando los productos comerciales Tamarón y Antracol respectivamente. Las aplicaciones se realizaron a cada 22 días, llevándose a cabo la primera a los 15 días después de la siembra de los pilones. Esto permitió tener un control efectivo, ya que las plagas y enfermedades no hicieron su aparición en forma significativa, que causara daño al cultivo.

### **6.5.6 Tutorado**

El objetivo de esta actividad fue permitirle a la planta un desarrollo más vertical y evitar que las guías se entrelazaran entre unidades experimentales, así como permitir tener un mayor control en la eliminación de flores y vainas, cuando esta fue necesaria, de acuerdo a los tratamientos evaluados. Ese tutorado consistió en colocar 4 tutores en cada uno de los extremos de la unidad experimental y luego 2 en cada uno de los surcos internos, los cuales permitieron entrecruzar pita plástica que sirvió de soporte a las guías de cada planta. Esta labor se inició a los 3 meses y medio de haberse sembrado el cultivo. La altura a la cual fue colocada la pita fue de 1 metro.

### **6.5.7 Eliminación de flores**

En los tratamientos en donde se realizó la eliminación de flores, tanto en el inicio de la floración como en su fase final (inicio de formación de vainas), el procedimiento consistió en eliminar éstas haciendo uso de tijeras podadoras, con las que se les cortó el pedúnculo cada vez que el botón floral o vaina aparecía en las diferentes guías de las plantas de cada unidad experimental.

### **6.5.8 Cosecha**

De acuerdo a lo programado, la cosecha se realizó 7 meses después de la siembra, debido a que se observó en ese tiempo, en el material que no se le eliminó la floración, la producción de semilla botánica en estado de madurez apta para realizar la propagación de la planta. La cosecha se realizó en forma manual, utilizando azadón y machete, con el cuidado necesario para no dañar las raíces en este proceso. Se tuvo el cuidado, al realizar la cosecha en cada unidad experimental, de ir midiendo y anotando la información sobre las

variables respuesta manejadas en esta etapa (peso total de raíces, diámetro de raíces, número de raíces agrietadas, número de raíces deformes).

### **6.5.9 Variables respuesta**

Las variables respuesta que se midieron fueron las siguientes:

- **Producción total de raíces en kilogramos por hectárea.** En la cosecha se realizó la separación de las raíces producidas por cada unidad experimental, las cuales se pesaron usando una balanza de reloj, a nivel de campo. Cada uno de los resultados, se transformó a kg/ha anotándose en los registros correspondientes.
- **Diámetro de raíces.** Para obtener estos valores, se realizó la medida en forma indirecta, a través de la medición del perímetro, y luego este dato se dividió entre el valor de  $\pi = 3.14159$  para transformarlo a valor de diámetro.
- **Número de raíces con defectos (deformes, agrietadas).** Se separaron y se contaron las raíces que presentaban agrietamiento y alguna forma diferente a la normal
- **Porcentaje de raíces sanas** Estos valores fueron determinados a través de conteos de todas las raíces producidas por cada unidad experimental y el conteo de las raíces que no presentaron ningún defecto.
- **Días a floración.** Se consideró a través del registro del número de días, después de la siembra al campo definitivo, en que se inició la floración en cada una de las variedades.

## **6.5.10 Análisis estadístico**

### **6.5.10.1 Análisis de Varianza**

Se realizó un análisis de varianza para las variables: Producción total de raíces, diámetro de raíces, número de raíces con defectos. De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza, para las variables que presentaron diferencia estadística significativa en los diferentes tratamientos, se procedió a realizar un análisis posterior (prueba de medias).

### **6.5.10.2 Comparación múltiple de medias**

Las variables que presentaron diferencia significativa en los análisis de varianza efectuados se les sometió a la comparación de medias de Tukey, con el fin de determinar de acuerdo a los resultados de dicho análisis el o los tratamientos que mejores resultados presentaron, de acuerdo a los objetivos de la investigación.

### **6.5.10.3 Análisis Gráfico**

Para determinar las tendencias de maduración fisiológica de los diferentes materiales sometidos a evaluación, se planteó la realización de un análisis gráfico descriptivo, que muestra los resultados de promedios de días a floración por material, así como para las variables restantes que fueron sometidas además al análisis de varianza correspondiente.

## 7. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la investigación, para las diferentes variables en evaluación, se muestran a continuación.

### 7.1 Peso total de raíces

Los resultados de la variable peso total de raíces en kilogramos por hectárea se muestran en el Cuadro 2, los cuales se obtuvieron de la relación de la producción de la parcela neta utilizada.

CUADRO 2. Producción de raíces de jícama en kilogramos por hectárea

| TRATAMIENTO | BLOQUES (REPETICIONES) |           |            | PROMEDIOS |
|-------------|------------------------|-----------|------------|-----------|
|             | I                      | II        | III        |           |
| 1           | 32,828.25              | 52,714.59 | 50,505.00  | 45,349.28 |
| 2           | 32,828.25              | 40,404.00 | 38,510.06  | 37,247.44 |
| 3           | 16,414.13              | 12,941.90 | 10,416.65  | 13,257.56 |
| 4           | 38,194.40              | 51,136.31 | 47,1348.43 | 45,559.71 |
| 5           | 15,467.15              | 27,777.75 | 20,202.00  | 21,148.97 |
| 6           | 75,75.75               | 52,714.59 | 23,989.87  | 28,093.40 |
| 7           | 74,494.87              | 89,330.71 | 78,282.75  | 80,702.78 |
| 8           | 51,136.31              | 88,383.75 | 33,459.56  | 57,659.87 |
| 9           | 34,722.18              | 70,707.00 | 37,878.75  | 47,769.31 |
| 10          | 16,729.78              | 35,353.50 | 49,558.03  | 33,880.44 |
| 11          | 31,565.62              | 17,676.75 | 40,719.65  | 29,998.34 |
| 12          | 10,101.00              | 17,992.40 | 27,462.09  | 18,518.50 |

## 7.2 Diámetro de raíces

El diámetro de las raíces, que fue medido en el momento de la cosecha, se obtuvo a través de la relación del promedio de los diámetros de las raíces obtenidas de la parcela neta. Este diámetro es expresado en centímetros.

Cuadro 3: Resultados obtenidos para la variable diámetro de raíces.

| TRATAMIENTO | BLOQUES (REPETICIONES) |       |       | PROMEDIOS |
|-------------|------------------------|-------|-------|-----------|
|             | I                      | II    | III   |           |
| 1           | 13.68                  | 14.00 | 14.96 | 14.21     |
| 2           | 13.05                  | 13.68 | 12.73 | 13.15     |
| 3           | 8.91                   | 9.54  | 7.95  | 8.80      |
| 4           | 12.04                  | 15.59 | 12.09 | 13.24     |
| 5           | 8.27                   | 10.50 | 9.23  | 9.33      |
| 6           | 8.59                   | 18.46 | 8.91  | 11.99     |
| 7           | 19.09                  | 21.00 | 16.87 | 18.99     |
| 8           | 13.36                  | 14.96 | 18.14 | 15.49     |
| 9           | 15.27                  | 15.91 | 12.73 | 14.64     |
| 10          | 9.86                   | 13.05 | 14.00 | 12.30     |
| 11          | 11.14                  | 16.55 | 9.54  | 12.41     |
| 12          | 12.73                  | 9.86  | 14.32 | 12.30     |

### 7.3 Número de raíces defectuosas

Las raíces defectuosas, correspondieron a aquellas que presentaron de alguna manera, alguna evidencia de mal formación, de tal forma que demeritaban en cierto grado la presentación del producto. Los resultados del número de raíces defectuosas se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Resultados experimentales para la variable raíces defectuosas, en unidades.

| TRATAMIENTO | BLOQUES (REPETICIONES) |    |     | PROMEDIOS |
|-------------|------------------------|----|-----|-----------|
|             | I                      | II | III |           |
| 1           | 2                      | 1  | 2   | 1.67      |
| 2           | 2                      | 1  | 1   | 1.33      |
| 3           | 2                      | 1  | 2   | 1.67      |
| 4           | 1                      | 1  | 2   | 1.33      |
| 5           | 1                      | 1  | 3   | 1.67      |
| 6           | 1                      | 0  | 1   | 0.67      |
| 7           | 1                      | 1  | 1   | 1.0       |
| 8           | 1                      | 1  | 1   | 1.0       |
| 9           | 1                      | 0  | 1   | 0.67      |
| 10          | 2                      | 1  | 1   | 1.33      |
| 11          | 2                      | 2  | 1   | 1.67      |
| 12          | 0                      | 1  | 2   | 1.0       |

#### 7.4 Número de raíces agrietadas

Esta variable fue medida a través de la observación del estado de sanidad fisiológica de las raíces al momento de la cosecha, tomándose nota del número de raíces que mostraron síntomas de agrietadura por parcela neta, en la investigación (cuadro 5)

Cuadro 5. Resultados obtenidos para la variable raíces agrietadas, en unidades.

| TRATAMIENTO | BLOQUES (REPETICIONES) |    |     | PROMEDIOS |
|-------------|------------------------|----|-----|-----------|
|             | I                      | II | III |           |
| 1           | 1                      | 1  | 0   | 0.67      |
| 2           | 0                      | 0  | 1   | 0.33      |
| 3           | 1                      | 0  | 0   | 0.33      |
| 4           | 2                      | 1  | 1   | 1.33      |
| 5           | 1                      | 0  | 0   | 0.33      |
| 6           | 1                      | 1  | 0   | 0.67      |
| 7           | 1                      | 1  | 3   | 1.67      |
| 8           | 0                      | 1  | 1   | 0.67      |
| 9           | 2                      | 3  | 1   | 1.0       |
| 10          | 0                      | 1  | 0   | 0.33      |
| 11          | 2                      | 1  | 1   | 1.33      |
| 12          | 1                      | 2  | 2   | 1.67      |

### 7.5 Porcentaje de raíces sanas

Este porcentaje fue obtenido a través de determinar la relación del número total de raíces sanas que correspondió al número total de raíces, menos la suma de los valores de las variables raíces enfermas más raíces agrietadas, esta relación fue expresada en porcentaje, sobre el total de raíces cosechadas por parcela neta (cuadro 6).

Cuadro 6. Resultados obtenidos para la variable Porcentaje de raíces sanas.

| TRATAMIENTO | BLOQUES (REPETICIONES) |    |     | PROMEDIOS |
|-------------|------------------------|----|-----|-----------|
|             | I                      | II | III |           |
| 1           | 67                     | 78 | 78  | 74.3      |
| 2           | 78                     | 89 | 78  | 81.67     |
| 3           | 67                     | 89 | 78  | 78.0      |
| 4           | 67                     | 78 | 67  | 70.67     |
| 5           | 78                     | 89 | 56  | 74.33     |
| 6           | 78                     | 89 | 89  | 85.33     |
| 7           | 78                     | 78 | 56  | 70.67     |
| 8           | 89                     | 78 | 78  | 81.67     |
| 9           | 67                     | 67 | 78  | 70.67     |
| 10          | 78                     | 78 | 78  | 78.0      |
| 11          | 56                     | 67 | 78  | 67.0      |
| 12          | 89                     | 67 | 56  | 70.67     |

### 7.6 Días a floración

Para esta variable, se consideró únicamente la lectura de un dato por unidad experimental, que consistió en el número de días que desde el trasplante transcurrieron hasta el momento en que la primera planta de la unidad experimental inició su floración (cuadro 7).

**Cuadro 7.** Inicio de floración y eliminación de flores y vainas en las cuatro variedades evaluadas. Promedios de los resultados.

| VARIEDAD | INICIO DE FLORACION | INICIO DE ELIMINACION DE VAINAS |
|----------|---------------------|---------------------------------|
| 1 EC236  | 80 días             | 113 días                        |
| 2 EC523  | 68 días             | 101 días                        |
| 3 EC565  | 76 días             | 105 días                        |
| 4 EC250  | 90 días             | 115 días.                       |

## 8. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 8.1 Peso total de raíces

Los resultados sobre el peso total de raíces se muestran en el Cuadro 1, se representan gráficamente en la Figura 7 y los resultados del análisis de varianza correspondiente se presentan en el Cuadro 8. El análisis de varianza reportó que no existieron diferencias significativas en el efecto de la interacción de los factores evaluados; sin embargo, sí se presentaron diferencias significativas en el efecto de los factores individuales (cuadros 9 y 10). Lo anterior significa que las primeras dos hipótesis planteadas en la investigación son rechazadas, lo que indica que las diferentes etapas de desflore y los materiales evaluados, sí presentan diferencias en los rendimientos obtenidos cuando los factores se consideraron individualmente, no así, con la tercera hipótesis que indica que no existirá interacción entre los factores, la cual es aceptada.

En el caso del factor variedades de jicama, el nivel correspondiente a la variedad EC565 fue el que mejor producción de raíces reportó, con un promedio de 62,043.98 kilogramos por hectárea (cuadro 9). En el caso del factor época de desflore, el tratamiento que mejores resultados presentó fue el de eliminación de flor en prefloración, con un promedio de 51,353.05 kilogramos por hectárea (cuadro 10). La razón probable de los resultados con diferencias estadísticamente significativas para los factores individuales y no así para la interacción entre dichos factores, es debido a que los factores son fisiológica y ecológicamente independientes en su respuesta; es decir, que cada factor representa una fuente de variación intrínseca

para el tratamiento, pero no existe interdependencia entre los mismos. Esto significa que para la etapa de floración, no es determinante en el resultado, la variedad en que se practique, sino simplemente ocurre el mismo comportamiento en las diferentes variedades evaluadas. De igual manera, entre las variedades evaluadas, específicamente una proporcionará mejores resultados sin que sea determinante en la posición de producción que ocupa, la etapa de desflore practicada. Una situación similar se presenta en el resto de las variables evaluadas en la investigación.

Es importante señalar que el resultado reflejado en mayores rendimientos en la producción de raíces tuberosas de jícama es determinado por una etapa de desflore temprana (prefloración), debido a que esta práctica permite que ocurra una mayor traslocación de sustancias elaboradas hacia las raíces, que se convierten en sustancias de reserva, que al no ser utilizadas como fuente de energía en la floración y fructificación, son almacenadas en la raíz tuberosa de la planta provocando un mayor crecimiento de las mismas.

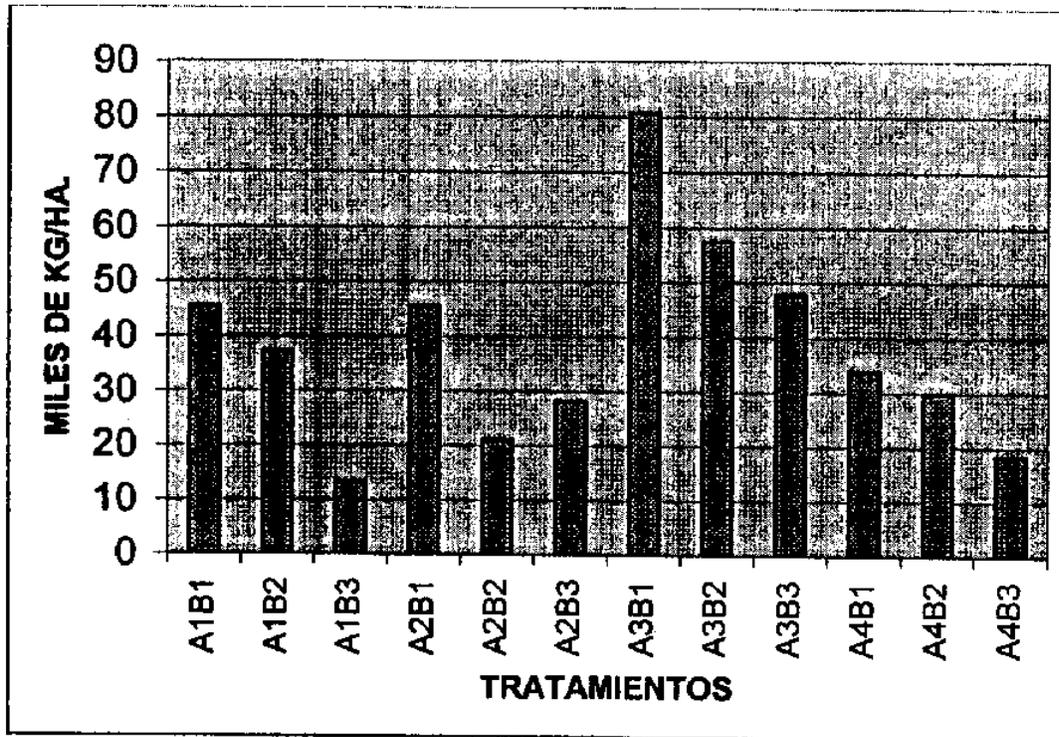


Figura 7. Producción de raíces de jicama.

Cuadro 8. ANDEVA para la variable rendimiento de raíces en kilogramos por hectárea

| FV                 | GL | SC          | CM         | FC      | SIGN. |
|--------------------|----|-------------|------------|---------|-------|
| Repeticiones       | 2  | 1585692672  | 792846336  | 5.1936  | 0.014 |
| Variedades         | 3  | 6897754112  | 2299251456 | 15.0615 | 0.000 |
| Etapas de desflore | 2  | 3646095360  | 1823047680 | 11.9421 | 0.001 |
| Interacción        | 6  | 1070211072  | 178368512  | 1.1684  | 0.358 |
| Error              | 22 | 3358457856  | 152657168  |         |       |
| Total              | 35 | 16558211072 |            |         |       |

C.V. 32.28%

Cuadro 9. Resultados de la prueba de medias para la variable producción en kilogramos por hectárea de jicama, correspondientes a el factor variedades.

| TRATAMIENTO | MEDIA     | CATEGORIA |
|-------------|-----------|-----------|
| EC 565      | 62,043.98 | A         |
| EC 236      | 31,951.41 | B         |
| EC 523      | 31,600.68 | B         |
| EC 250      | 27,462.08 | B         |

Cuadro 10. Resultados de la prueba de medias para la variable producción en kilogramos por hectárea de jicama, correspondientes al factor épocas de desflor.

| TRATAMIENTO   | MEDIA     | CATEGORIA |
|---|-----------|-----------|
| Eliminación de flor en prefloración                 | 51,373.05 | A         |
| Eliminación de flor en inicio de formación de vaina | 36,510.89 | B         |
| Sin eliminación de flor                             | 26,909.68 | B         |

## 8.2 Diámetro de raíces

Para la variable diámetro de raíces, los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos se sometieron a un análisis de varianza para comprobar el efecto de los tratamientos evaluados sobre la variable en estudio. En el Cuadro 11 se presentan los resultados del análisis de varianza, para el modelo propuesto; puede observarse

que en dicho análisis se presentaron diferencias estadísticas significativas para el factor A (materiales de jicama evaluados) y para el factor B (épocas de desflore) en forma independiente (cuadro 12 ), no existiendo efecto de la interacción para dichos factores.

La Figura 8 muestra los promedios de cada tratamiento, los que se mantuvieron en el rango de 8 a 20 centímetros, la prueba de evaluación de medias practicada, indicó que en el factor A (variedades de jicama), el nivel que mayor diámetro de raíces alcanzó fue la variedad EC 565, con un promedio de 16.37 cm. Todas las restantes variedades presentaron un diámetro similar con promedios entre 11.52 y 12.33 cms. En el factor B (épocas de desflore), el nivel Eliminación de flor en prefloración alcanzó un diámetro de 14.68 cm., mientras que la eliminación de flor en inicio de formación de vaina y el tratamiento sin eliminación de flor se colocaron en segundo lugar con diámetros de 12.59 y 11.93 centímetros respectivamente.

Cuadro 11. Análisis de Varianza para la variable diámetro de raíces de jicama.

| F.V                | G.L. | S.C.     | C.M.    | F.C.   | SIGN. |
|--------------------|------|----------|---------|--------|-------|
| Repeticiones       | 2    | 34.2465  | 17.1232 | 3.2831 | 0.055 |
| Variedades         | 3    | 133.7050 | 44.5683 | 8.5453 | 0.001 |
| Etapas de desflore | 2    | 49.5800  | 24.7900 | 4.7531 | 0.019 |
| Interacción        | 6    | 55.5913  | 9.2652  | 1.7765 | 0.150 |
| Error              | 22   | 114.7416 | 5.2155  |        |       |
| Total              | 35   | 387.8647 |         |        |       |

C.V. 17.47%

Cuadro 12. Resultado de la prueba de medias para la variable diámetro de raíces en el factor variedades de jicama evaluadas.

| TRATAMIENTO     | MEDIA | CATEGORIA |
|-----------------|-------|-----------|
| Variedad EC 565 | 16.37 | A         |
| Variedad EC 250 | 12.33 | B         |
| Variedad EC 236 | 12.05 | B         |
| Variedad EC 523 | 11.52 | B         |

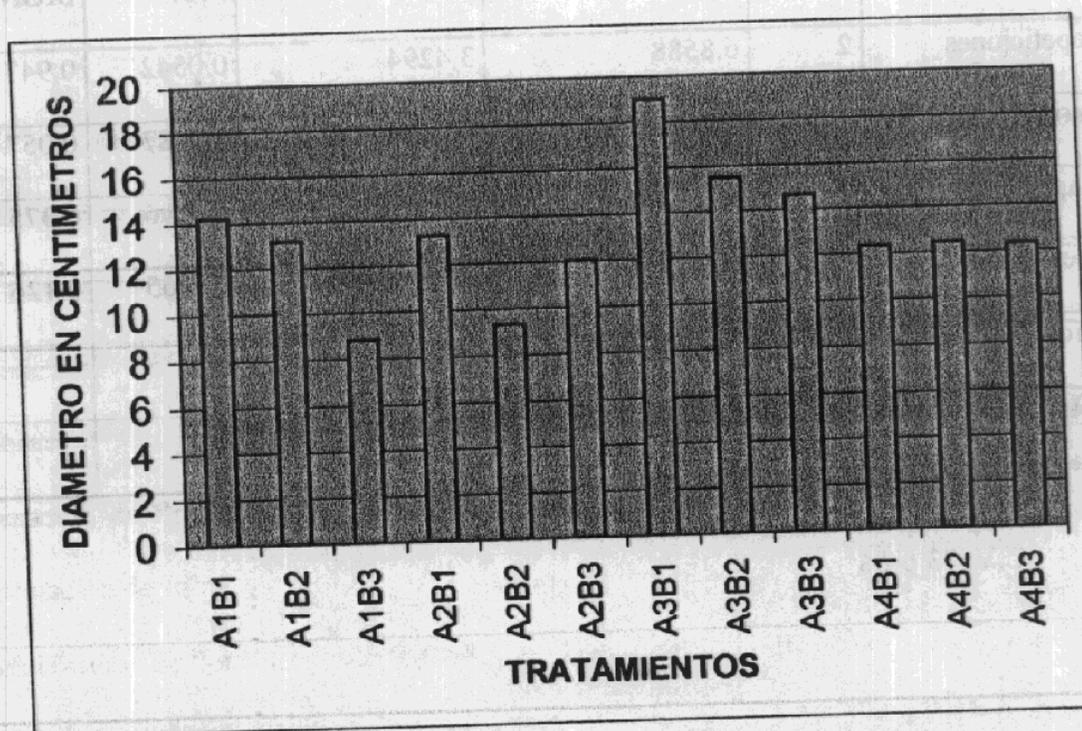


Figura 8. Diámetro de raíces de jicama.

### 8.3 Raíces agrietadas

Para la variable raíces agrietadas en jicama, el número de raíces agrietadas por unidad experimental se estandarizó, considerando el porcentaje de raíces

agrietadas como una variable más uniforme con el objeto de sacar conclusiones de los resultados. El porcentaje de raíces agrietadas se sometió a un análisis de varianza, donde los resultados indicaron que no se presentó diferencia significativa en relación a los factores evaluados (cuadro 13). En la Figura 9 se presentan los resultados gráficos para la variable.

**Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable raíces agrietadas.**

| F.V                | G.L. | S.C.      | C.M.     | F.C.   | SIGN. |
|--------------------|------|-----------|----------|--------|-------|
| Repeticiones       | 2    | 6.8588    | 3.4294   | 0.0542 | 0.947 |
| Variedades         | 3    | 586.3041  | 195.4347 | 3.0887 | 0.057 |
| Etapas de desflore | 2    | 130.2905  | 65.1452  | 1.0296 | 0.375 |
| Interacción        | 6    | 720.0190  | 120.0031 | 1.8965 | 0.126 |
| Error              | 22   | 1392.0390 | 63.2745  |        |       |
| Total              | 35   | 2835.5117 |          |        |       |

C.V. 73.64%

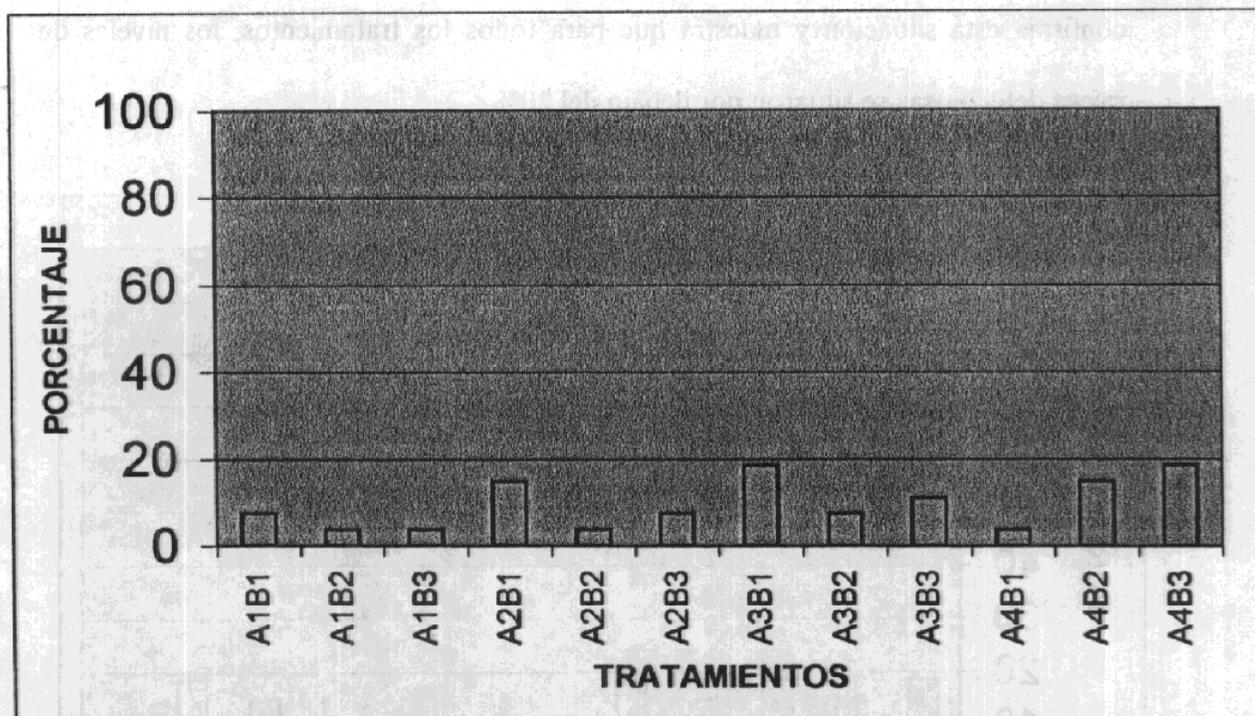


Figura 9. Porcentaje de raíces agrietadas.

#### 8.4 Raíces defectuosas

En relación a la variable raíces defectuosas, los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza, para evaluar el efecto de los tratamientos sobre la variable en cuestión. El análisis de varianza se muestra en el Cuadro 14, mientras que la Figura 10 representa la relación de raíces defectuosas por tratamiento evaluado. Se puede observar que el ANDEVA reporta que no existieron diferencias estadísticas significativas en el efecto de los tratamientos evaluados, por lo que se considera que ni los materiales de jícama, ni los niveles de épocas de desflore influyen significativamente en la relación de raíces defectuosas. La Figura 10

confirma esta situación y muestra que para todos los tratamientos, los niveles de raíces defectuosas se situaron por debajo del 20%.

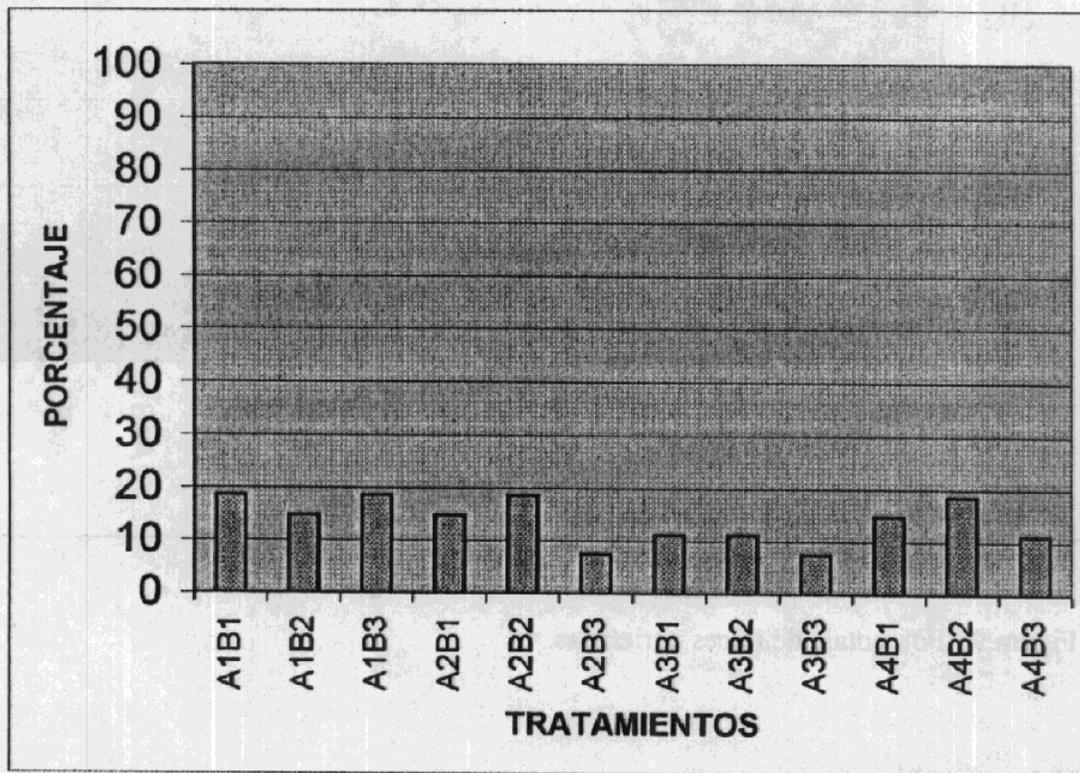


Figura 10. Porcentaje de raíces defectuosas.

Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable raíces defectuosas.

| F.V               | G.L. | S.C.      | C.M.     | F.C.   | SIGNIF. |
|-------------------|------|-----------|----------|--------|---------|
| Repeticiones      | 2    | 336.0146  | 168.0073 | 4.1146 | 0.030   |
| Variedades        | 3    | 288.0131  | 96.0043  | 2.3512 | 0.099   |
| Etapas de desflor | 2    | 171.4389  | 85.7194  | 2.0993 | 0.145   |
| Interacción       | 6    | 185.1425  | 30.8570  | 0.7557 | 0.613   |
| Error             | 22   | 198.3061  | 40.8320  |        |         |
| Total             | 35   | 1878.9155 |          |        |         |

C.V. 45.01%

#### 2.5 RELACION DE RAICES EN BUEN ESTADO, CON RAICES DEFECTUOSAS Y RAJADAS.

La Figura 11 representa un resumen de los resultados del estado de raíces cosechadas en la investigación. Las categorías establecidas fueron: raíces defectuosas, raíces rajadas y raíces sin defecto (sanas). Los tratamientos tuvieron similar comportamiento, con ligeras variaciones, estableciéndose rangos de raíces en buen estado que fueron en general, entre un 70 y 85% y correspondiendo a las otras categorías, los menores porcentajes. Un análisis de varianza adicional realizado, con la variable Raíces sanas muestra que al igual que en los dos casos anteriores, ni existió diferencia estadística significativa en el efecto de los distintos tratamientos evaluados (cuadro 15).

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable porcentaje de raíces en buen estado.

| F.V.              | G.L. | S.C.      | C.M.     | F. CAL. | SIGNIF. |
|-------------------|------|-----------|----------|---------|---------|
| Repeticiones      | 2    | 141.1718  | 70.5859  | 0.6814  | 0.520   |
| Varietades        | 3    | 198.2968  | 66.0989  | 0.6381  | 0.602   |
| Etapas de desflor | 2    | 60.5000   | 30.2500  | 0.2920  | 0.753   |
| Interacción       | 6    | 799.9531  | 133.3255 | 1.2871  | 0.303   |
| Error             | 22   | 2278.8281 | 103.5830 |         |         |
| Total             | 35   | 3478.7500 |          |         |         |

C.V. 13.52%

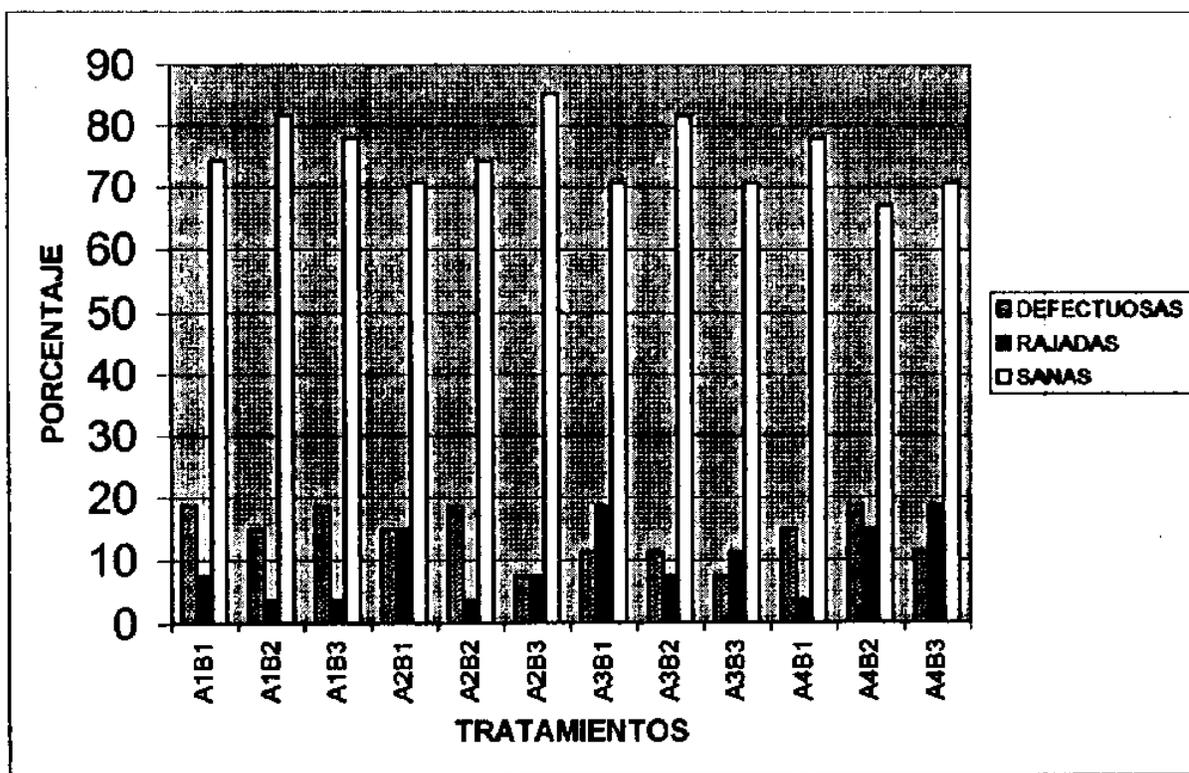


Figura 11. Estado de raíces de jícama.

Cuadro 16. Resumen de pruebas de análisis de varianza para las variables medidas.

| Variable              | Factor A<br>Variedades | Factor B<br>Etapa desflore | Interacción | C.V    |
|-----------------------|------------------------|----------------------------|-------------|--------|
| Rendimiento de raíces | 0.0000 **              | 0.001 **                   | 0.358 N.S.  | 32.28% |
| Diámetro de raíces    | 0.001 **               | 0.019 *                    | 0.150 N.S.  | 17.47% |
| Raíces rajadas        | 0.057 N.S.             | 0.357 N.S.                 | 0.126 N.S.  | 73.64% |
| Raíces defectuosas    | 0.099 N.S.             | 0.145 N.S.                 | 0.613 N.S.  | 45.01% |
| Raíces en buen estado | 0.602 N.S.             | 0.753 N.S.                 | 0.303 N.S.  | 13.52% |

Cuadro 17. Resumen de correlación entre las principales variables medidas.

| Variedad | Días a flor. | Rendimiento | Diámetro | Variables                           | Coefic. R   |
|----------|--------------|-------------|----------|-------------------------------------|-------------|
| EC236    | 80           | 31,951.41   | 12.05    | Días floración -<br>rendimiento     | 0.2808 N.S  |
| EC523    | 68           | 31,600.68   | 11.52    | Días floración -<br>diámetro raíces | 0.0330 N.S. |
| EC565    | 76           | 62,043.98   | 16.37    | Rendimiento -<br>diámetro de Raíces | 0.9667 *    |
| EC250    | 90           | 27,462.08   | 12.33    |                                     |             |

En el Cuadro anterior puede observarse que los análisis de correlación realizados entre las diferentes variables medidas en la investigación, muestran que no existió una correlación lineal, a excepción de las variables rendimiento vrs. diámetro de raíces, en donde se presenta una correlación lineal positiva del 97%, con significancia en el análisis

correspondiente. Esto significa que solamente entre las variables rendimiento en kg/ha de raíces de jicama y el diámetro medio de raíces existe una fuerte correlación positiva, lo que es lógico pues se infiere que las variedades que presentaron el mayor diámetro de raíces son las de mayor rendimiento neto.

## 9. CONCLUSIONES:

1. El material de jícama que presentó la mayor producción de raíces pivotantes en kilogramos por hectárea, fue la variedad EC 565, con promedio de 62,043.98 kilogramos. Mientras que para el factor épocas de desflore, la eliminación de flor en prefloración, presentó la mayor producción, con promedio de 51,353.08 kilogramos por hectárea; no existiendo interacción entre ambos factores.
2. En relación a la variable diámetro de las raíces pivotantes, la variedad que presentó el mejor resultado fue la EC 565, con un promedio de 16.37 centímetros. Las restantes variedades evaluadas se ubicaron en un segundo nivel, y no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí.
3. Para el factor evaluado "épocas de desflore", el nivel que alcanzó el mayor diámetro de raíces pivotantes fue la eliminación de flor en prefloración con un diámetro promedio de 14.68 centímetros.
4. Para la variable "raíces agrietadas" no existieron diferencias significativas en los resultados obtenidos, tanto para el factor materiales de jícama, como para el factor épocas de desflore. No existió interacción entre los factores evaluados.
5. Respecto a la variable "raíces defectuosas", los resultados obtenidos no evidencian diferencias estadísticas tanto para el factor materiales como para épocas de desflore, ni la existencia de interacción entre ambas.
6. La relación de la proporción de raíces en buen estado, para todos los tratamientos evaluados, superó en promedio el 70%, versus la suma de raíces agrietadas y defectuosas, considerándose este resultado como una producción de buena calidad para los estándares de aceptación del mercado local.

## 10. RECOMENDACIONES:

1. Para las condiciones de la aldea Delicias del Jobo, Taxisco, Santa Rosa, se sugiere la utilización de la variedad EC 565, cuando el propósito sea obtener un mayor rendimiento de raíces pivotantes por hectárea y un mayor diámetro de estas.
2. Se sugiere realizar la práctica de desflore en etapa de inicio de floración en el cultivo de jicama para obtener un mayor diámetro de raíces pivotantes.

## 11. BIBLIOGRAFIA

1. CATIE (C.R.). 1993. Memoria de la semana científica; programa de agricultura sostenible. Costa Rica. v. 1.
2. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
3. DIAZ A., A. 1979. El cultivo de la jicama. Revista Panagfa (México) 6(53):32.
4. FAO (CI). 1983. Valor nutritivo y usos en la alimentación humana de algunos cultivos autóctonos subexplotados en Mesoamérica. Santiago de Chile. p. 77, 85-88.
5. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1981. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. v. 1, p. 58.
6. IPPISCH, F. 1994. Cultivos de actualidad. Revista Agrícola (Guatemala) no. 3:36-39.
7. LEON, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica, IICA. p. 282-283.
8. MARTINEZ O., M. s.f. Aspectos fisiológicos de la floración en caña de azúcar. Guatemala, s.e. p. 13-16.
9. MORA, Q. A.; MORERA, J.; SORENSEN, M. 1994. Efectos del desfloreo versus rendimiento de raíces tuberosas en el cultivo de Jicama. Turrialba, Costa Rica, CATIE. s.p.
10. \_\_\_\_\_, 1995. Comportamiento de la jicama (Pachyrrhizus erosus), bajo diferentes distanciamientos de siembra. Turrialba, Costa Rica, CATIE. s.p.
11. NODA, H. KERR, W.E. 1983 The effects of staking and of inflorescence pruning on the root production of yam bean (Pachyrrhizus erosus Urban). Tropical Grain Legume Bulletin (Nigeria) 27:35-37.
12. PINEDA LEON, R. 1999. Caracterización morfológica y agronómica de 14 cultivares de jicama (Pachyrrhizus erosus) en 3 sitios altitudinales de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 66 p.
13. PINTO, C.B. 1970. Cultivo de la jicama. Novedades Hortícolas (México) 15(4):31-34.

14. SARAY MESA, C.R.; PALACIOS ALVAREZ, A. 1980. Influencia de la humedad en el rendimiento y forma de la raíz de jícama (*Pachirrhizus erosus* L). Tesis Ing. Agr. México, Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Fitotecnia. p. 17-23.
15. SIMMONDS, N.W. 1976. Evolution of crop plants. Inglaterra, s.n. p. 314-315.
16. SIMMONS, C.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
17. SORENSEN, M. 1996. Yam bean (*Pachyrrhizus* DC.) Roma, Italia, International Plant Genetics Resources Institute. p 9-20.
18. STANDLEY, P.G., STEYERMARK, J. 1949. Flora of Guatemala. Chicago, USA, Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany. v. 24, pte. 5, p85-94.
19. ZINSOU, C. 1994. Physiologic des legumineuses tuberiferes. En: The First International Symposium on *Tuberosus* Legumes. (1.,1992, Denmark, Germany). Germany, Royal Veterinary and Agricultural University. Department of Botany, Dendrology and Forest Genetics. p. 87-100



Vo. Bo. Rolando Barrios.

**APÉNDICE**





FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

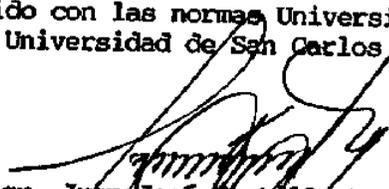
LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DEL EFECTO DEL DESFLORE EN CUATRO MATERIALES DE GERMOPLASMA EN EL RENDIMIENTO DE RAIZ PIVOTANTE, EN EL CULTIVO DE JICAMA (Pachyrhizus erosus L.) EN TAXISCO, SANTA ROSA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MACARIO MARDOQUEO ESCOBAR

CARNET No: 8910039

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Virgilio C. Godínez Godínez  
Ing. Agr. Carlos René Fernández Pérez  
Ing. Agr. Estuardo Roca Canet  
Ing. Agr. Domingo Amador Pérez

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

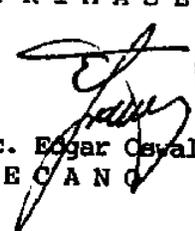
  
Ing. Agr. Juan José Castillo Mont  
A S E S O R

  
Ing. Agr. Anibal Bartolomé Martínez Muñoz  
A S E S O R

  
Dr. Ariel Abiza Amán Ortiz López  
DIRECCION GENERAL DE AGRONOMIA.



IMPRIMASE

  
Ing. Agr. M.Sc. Edgar Cevaldo Rivera  
D E C A N O



cc:Control Académico  
YIA.  
Archivo  
AO/prr

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.  
TEL/FAX (502) 476-9794  
e-mail: [ilusac.edu.gt](mailto:ilusac.edu.gt) § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomfa.htm>