

13.235

MICROFILMADO

MANEJO DEL MATERIAL DE SIEMBRA DE YUCA

(Manihot esculenta Crantz)



Abelardo Castro Merino*
Julio Holguín V. **

Resumen

CENTRO DE DOCUMENTACION

En el CIAT se sembraron varios ensayos de yuca para estudiar el efecto de la madurez de las estacas, profundidad de siembra, largo de la estaca, posición de siembra y ángulo de corte de la misma sobre el rendimiento de raíces de este cultivo. Los resultados indican que estacas de la parte media y superior de plantas vigorosas de un año de edad producen mayores rendimientos de raíces que aquellas provenientes de la parte baja de la planta o de estacas viejas.

Las estacas sembradas verticalmente a 10, 20 y 30 cm de profundidad no tienen influencia en el rendimiento pero afectan la distribución de raíces, el número de raíces por planta y la facilidad de cosecha, siendo la más adecuada la siembra a 10 cm de profundidad.

Estacas de 20 cm de largo seleccionadas y tratadas dieron rendimientos ligeramente mayores que aquellos de 40 ó 60 cm. Las estacas sembradas verticalmente aseguraron una emergencia más rápida, un mayor porcentaje de germinación, mayores rendimientos y previnieron el volcamiento de las plantas en comparación con aquellas sembradas en posición horizontal o inclinada. El corte de la estaca en forma rectangular o en bisel produjeron diferentes sistemas de enraizamiento; el corte rectangular produce raíces más uniformemente distribuidas, sin embargo, no afectan el rendimiento. La siembra vertical ya sea con ángulo de corte recto o en bisel dá mayores rendimientos que la siembra horizontal. Para obtener los rendimientos máximos, el material de siembra debe ser seleccionado de la parte media de plantas vigorosas maduras, cortado en un ángulo recto en trozos de 20 cm de largo y sembrado verticalmente a 10 cm de profundidad.

Introducción

La colección de cerca de 5.000 publicaciones sobre yuca que se encuentra en el Centro de Documentación del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, ha sido de incalculable valor para realizar un profundo análisis y revisión de las prácticas culturales que se usan en el cultivo de la yuca en las diferentes partes del mundo. La mayoría de los informes son repetitivos y algunos son de excelente calidad, sin embargo, es difícil encontrar respuestas sencillas a problemas sencillos para desarrollar una tecnología sencilla pero eficiente sobre prácticas de producción de yuca. Esto se debe

* Ing. Agrónomo: Prácticas culturales. Programa de yuca. CIAT

** Ing. Agrónomo: Prácticas Culturales. Programa de yuca. CIAT.

al hecho de que en la mayoría de la información escrita sobre producción de yuca no se define claramente las características del suelo, clima, condiciones ambientales, descripción del tipo de planta y prácticas agronómicas usadas; el diseño y tamaño de las parcelas, los análisis estadísticos. Además muchas veces informan sobre experimentos únicos que no han sido repetidos bajo diferentes condiciones. Sólo cuando tengamos varios de estos resultados similares bajo un sistema o una práctica recomendada, estaremos en condiciones de dar recomendaciones de orden práctico.

Los objetivos de este trabajo son por lo tanto informar sobre una serie de experimentos conducidos en CIAT sobre el manejo del material de siembra de yuca, su efecto en el rendimiento y una completa descripción de las condiciones agro-climáticas en que estos ensayos fueron conducidos, así como las prácticas agronómicas usadas.

Se espera que la discusión final de todos estos trabajos conlleve a una buena interpretación y recomendación de prácticas culturales utilizables para mejorar el rendimiento de la yuca.

Revisión de Literatura.

La siembra y el manejo del material de siembra de yuca puede discutirse desde el punto de vista del suelo, aspectos agronómicos y de manejo de la estaca de yuca. El primero, se refiere básicamente a la siembra en plano o en caballón y no será discutida en este artículo.

La segunda, se refiere a la posición de siembra de la estaca, largo de la misma, ángulo de corte, profundidad de siembra y madurez u origen de la estaca.

La siembra en caballones o media luna en comparación con la siembra en plano es una práctica igualmente usada en diferentes regiones del mundo. Las justificaciones para sembrar en caballones son básicamente facilidad de control de malezas (22, 13, 28), facilidad de cosecha (28, 35), establecer una población de plantas más uniformes y controlar mejor la erosión (35).

La siembra en plano es adecuada para la mecanización del cultivo con los implementos actualmente existentes (28). Toro et al (61) han demostrado que la siembra en plano es ventajosa cuando se siembra al final de la época lluviosa en los Llanos Orientales de Colombia, pero es más ventajosa la siembra en caballones cuando ésta se realiza al comienzo de la época lluviosa. En suelos de textura arcillosa donde la precipitación anual es de más de 1,200 mm, debería obligadamente usarse los caballones para facilitar el drenaje superficial mejorando de este modo el establecimiento del cultivo y reduciendo en forma considerable la pudrición de raíces (31, 44). Estas prácticas agronómicas como han sido descritas aquí, ya eran usadas por la extinta tribu Taino quienes habitaron la Hispaniola (Haití) en el siglo XVI (56).

Las recomendaciones acerca de la posición de siembra y del ángulo de corte son variadas. Algunos investigadores recomiendan que la estaca sea sembrada en posición inclinada (14, 21, 23, 40, 54), otros prefieren la siembra en posición vertical (3, 45, 46, 47) o la siembra horizontal en líneas continuas

cuando se usa tractor o máquinas jaladas por animales (5, 11, 20, 30, 36, 41). Estas recomendaciones varían dependiendo de los sistemas de siembra, los cuales de acuerdo a los diferentes autores están influenciados por factores de clima, suelo o variedad. Por lo tanto, es necesario conducir diferentes experimentos en diferentes zonas ecológicas para determinar la posición de siembra más apropiada (49). Otros autores indican que no han encontrado diferencia en el rendimiento en ciertos años debido a la posición de siembra de la yuca (26, 27), sin embargo, en otros años han encontrado una clara diferencia en la profundidad y distribución de estas mismas raíces. En general la siembra vertical produce raíces más profundas y agrupadas en torno a la base de la estaca, mientras que la siembra horizontal produce raíces más superficiales distribuidas a lo largo de la estaca de yuca. Diversos autores (16, 17, 28) sugieren la siembra horizontal para regiones de clima caliente ya que la siembra en posición vertical puede resultar en el desecamiento o deshidratación de las estacas, sin embargo, los agricultores de la Costa Atlántica de Colombia realizan la práctica precisamente opuesta de siembra vertical, para evitar la muerte de la estaca por exceso de calor y daño secundario por termittas. Dependiendo de la posición de siembra usada, los agricultores pueden usar estacas que varían de 5 a 40 cm de largo. Diferentes informes indican que estacas de 20 cm o más largas rinden mejor que aquellas de 10 cm de longitud (26, 48) y las estacas de 40 a 60 cm de largo parecen ser óptimas (9) comparadas con aquellas de 20 cm. Sin embargo, los citados autores indican la necesidad de hacer más estudios al respecto.

Tan y Bertrand (57) sugieren que la profundidad de siembra se debe regular de acuerdo a las condiciones ambientales. Una exposición excesiva de las estacas al sol y al aire en áreas donde la humedad del suelo está bajo el óptimo, puede resultar en pérdida de plantas por fallas en la germinación y consecuentemente bajos rendimientos. Bajo condiciones de clima caliente y seco las estacas deberían ser sembradas a más de 10 cm de profundidad para facilitar la germinación y a 5 o 10 cm de profundidad si las condiciones de humedad y temperatura son adecuadas (41, 61). Diversos autores (4, 12, 41, 47, 55, 57) sugieren que para siembra mecanizada, ésta debe hacerse en forma horizontal a 10 o 20 cm de profundidad, ya que siembras más profundas harán la cosecha más difícil y costosa.

Pocos informes hablan del volcamiento de la yuca. Silva (53) señala que las plantas provenientes de siembras horizontales o verticales y que se hayan originado en estacas de 60 cm de largo, son mucho más susceptibles al volcamiento al principio del cultivo, aparentemente debido a la mayor superficie foliar que exponen al viento, pero más tarde estas mismas plantas llegan a ser más resistentes al volcamiento debido a la mayor rapidez con que han formado su sistema radicular comparado con el sistema tradicional de siembra horizontal. Leihner y Castro (31) indican que hay una menor incidencia al volcamiento con siembras en posición vertical y esto puede explicar parcialmente el mayor rendimiento de las siembras verticales sobre las horizontales. La edad más adecuada del tallo o rama de la cual se ha de obtener semilla de yuca no está claramente determinada (33). Estacas provenientes de plantas de 8 a 12 meses de edad son consideradas las mejores (1, 6, 18, 38, 39, 42, 43, 50, 52), pero otros investigadores recomiendan estacas provenientes de plantas que tengan uno a dos años de edad (23, 24, 34, 45, 52, 54, 58, 64). Diversos autores (10, 19, 21, 29, 32, 37, 47, 65) indican que estacas provenientes de la parte basal o más madura y de la parte media de la planta dan mejor

rendimiento porque contienen más nutrimentos en el trozo de tallo, están adecuadamente lignificadas y resisten mejor las condiciones adversas. Otros autores (2, 15, 25, 51, 59) recomiendan que las estacas deben ser obtenidas de la parte media de la planta y Gurnah (27) y Tribuzi (63) no han encontrado diferencia en rendimiento debido al origen de la estaca y que cualquier trozo de tallo puede servir de material de siembra, cuidando de que éste tenga cinco nudos y que sea plantado en forma vertical o inclinada.

En lo que se refiere al diámetro de la estaca Araque (1) recomienda usar trozos de tallo de 2.5 a 3.5 cm de diámetro. Otros autores (2, 45) sugieren estacas de 1 a 2 cm de diámetro. Toro et al (60) indican como regla general que una estaca tendrá la madurez adecuada cuando la médula de ésta ocupe el 50% o menos del diámetro total de la estaca, independiente de la edad o sección de la cual proviene dicha estaca.

Todos los autores están de acuerdo en que las estacas deben ser seleccionadas de plantaciones sanas, vigorosas y de alto rendimiento, así como de variedades adaptadas a la zona y que en el momento de hacer un corte en dicha estaca el latex debe fluir rápidamente del corte como signo de frescura en la estaca.

Materiales y métodos.

Un total de 6 experimentos (Cuadro 1) fueron sembrados en la Estación Experimental del CIAT en Cali, Colombia. CIAT está ubicado a 3°22' al Norte del Ecuador, la humedad relativa es de 78% promedio anual, la temperatura promedio anual de 24°C y una elevación de 1.006 msnm. La precipitación promedio es de unos 1.000 mm/año. Los suelos son arcillosos o franco-arcillosos. Las características del suelo y el análisis químico de los lotes experimentales se presentan en el Cuadro 2. Las características de las variedades usadas se señalan en el Cuadro 3. El cuadro 4 resume los datos de precipitación y riegos suplementarios aplicados durante cada ensayo.

Manejo de los ensayos.

Todos los ensayos fueron conducidos aplicando una tecnología standard como se explica a continuación:

- a) La preparación del suelo consistió en arar, rastrear generalmente dos veces y caballonear con tractor a 1.0 m entre hileras.
- b) Material de siembra. A menos que se explique de otra forma el material de siembra fué tomado de plantas sanas y vigorosas libres de pestes y enfermedades; todas las estacas fueron visualmente seleccionadas, cortadas en trozos de 20 cm de largo, en ángulo recto mediante dos golpes de machete. Cada estaca tenía 5 o más nudos con yemas viables y éstas estaban frescas al momento de la siembra, como lo indicaba el flujo del latex al corte de la estaca. Las estacas fueron tratadas químicamente con una solución standard de fungicida, insecticida y micronutrimentos (Cuadro 5) lo que en Colombia tiene un costo equivalente a US\$6.00/ha (33).

cuando se usa tractor o máquinas jaladas por animales (5, 11, 20, 30, 36, 41). Estas recomendaciones varían dependiendo de los sistemas de siembra, los cuales de acuerdo a los diferentes autores están influenciados por factores de clima, suelo o variedad. Por lo tanto, es necesario conducir diferentes experimentos en diferentes zonas ecológicas para determinar la posición de siembra más apropiada (49). Otros autores indican que no han encontrado diferencia en el rendimiento en ciertos años debido a la posición de siembra de la yuca (26, 27), sin embargo, en otros años han encontrado una clara diferencia en la profundidad y distribución de estas mismas raíces. En general la siembra vertical produce raíces más profundas y agrupadas en torno a la base de la estaca, mientras que la siembra horizontal produce raíces más superficiales distribuidas a lo largo de la estaca de yuca. Diversos autores (16, 17, 28) sugieren la siembra horizontal para regiones de clima caliente ya que la siembra en posición vertical puede resultar en el desecamiento o deshidratación de las estacas, sin embargo, los agricultores de la Costa Atlántica de Colombia realizan la práctica precisamente opuesta de siembra vertical, para evitar la muerte de la estaca por exceso de calor y daño secundario por termitas. Dependiendo de la posición de siembra usada, los agricultores pueden usar estacas que varían de 5 a 40 cm de largo. Diferentes informes indican que estacas de 20 cm o más largas rinden mejor que aquellas de 10 cm de longitud (26, 48) y las estacas de 40 a 60 cm de largo parecen ser óptimas (9) comparadas con aquellas de 20 cm. Sin embargo, los citados autores indican la necesidad de hacer más estudios al respecto.

Tan y Bertrand (57) sugieren que la profundidad de siembra se debe regular de acuerdo a las condiciones ambientales. Una exposición excesiva de las estacas al sol y al aire en áreas donde la humedad del suelo está bajo el óptimo, puede resultar en pérdida de plantas por fallas en la germinación y consecuentemente bajos rendimientos. Bajo condiciones de clima caliente y seco las estacas deberían ser sembradas a más de 10 cm de profundidad para facilitar la germinación y a 5 o 10 cm de profundidad si las condiciones de humedad y temperatura son adecuadas (41, 61). Diversos autores (4, 12, 41, 47, 55, 57) sugieren que para siembra mecanizada, ésta debe hacerse en forma horizontal a 10 o 20 cm de profundidad, ya que siembras más profundas harán la cosecha más difícil y costosa.

Pocos informes hablan del volcamiento de la yuca. Silva (53) señala que las plantas provenientes de siembras horizontales o verticales y que se hayan originado en estacas de 60 cm de largo, son mucho más susceptibles al volcamiento al principio del cultivo, aparentemente debido a la mayor superficie foliar que exponen al viento, pero más tarde estas mismas plantas llegan a ser más resistentes al volcamiento debido a la mayor rapidez con que han formado su sistema radicular comparado con el sistema tradicional de siembra horizontal. Leihner y Castro (31) indican que hay una menor incidencia al volcamiento con siembras en posición vertical y esto puede explicar parcialmente el mayor rendimiento de las siembras verticales sobre las horizontales. La edad más adecuada del tallo o rama de la cual se ha de obtener semilla de yuca no está claramente determinada (33). Estacas provenientes de plantas de 8 a 12 meses de edad son consideradas las mejores (1, 6, 18, 38, 39, 42, 43, 50, 52), pero otros investigadores recomiendan estacas provenientes de plantas que tengan uno a dos años de edad (23, 24, 34, 45, 52, 54, 58, 64). Diversos autores (10, 19, 21, 29, 32, 37, 47, 65) indican que estacas provenientes de la parte basal o más madura y de la parte media de la planta dan mejor

rendimiento porque contienen más nutrimentos en el trozo de tallo, están adecuadamente lignificadas y resisten mejor las condiciones adversas. Otros autores (2, 15, 25, 51, 59) recomiendan que las estacas deben ser obtenidas de la parte media de la planta y Gurnah (27) y Tribuzi (63) no han encontrado diferencia en rendimiento debido al origen de la estaca y que cualquier trozo de tallo puede servir de material de siembra, cuidando de que éste tenga cinco nudos y que sea plantado en forma vertical o inclinada.

En lo que se refiere al diámetro de la estaca Araque (1) recomienda usar trozos de tallo de 2.5 a 3.5 cm de diámetro. Otros autores (2, 45) sugieren estacas de 1 a 2 cm de diámetro. Toro et al (60) indican como regla general que una estaca tendrá la madurez adecuada cuando la médula de ésta ocupe el 50% o menos del diámetro total de la estaca, independiente de la edad o sección de la cual proviene dicha estaca.

Todos los autores están de acuerdo en que las estacas deben ser seleccionadas de plantaciones sanas, vigorosas y de alto rendimiento, así como de variedades adaptadas a la zona y que en el momento de hacer un corte en dicha estaca el latex debe fluir rápidamente del corte como signo de frescura en la estaca.

Materiales y métodos.

Un total de 6 experimentos (Cuadro 1) fueron sembrados en la Estación Experimental del CIAT en Cali, Colombia. CIAT está ubicado a 3°22' al Norte del Ecuador, la humedad relativa es de 78% promedio anual, la temperatura promedio anual de 24°C y una elevación de 1.006 msnm. La precipitación promedio es de unos 1.000 mm/año. Los suelos son arcillosos o franco-arcillosos. Las características del suelo y el análisis químico de los lotes experimentales se presentan en el Cuadro 2. Las características de las variedades usadas se señalan en el Cuadro 3. El cuadro 4 resume los datos de precipitación y riegos suplementarios aplicados durante cada ensayo.

Manejo de los ensayos.

Todos los ensayos fueron conducidos aplicando una tecnología standard como se explica a continuación:

- a) La preparación del suelo consistió en arar, rastrear generalmente dos veces y caballonear con tractor a 1.0 m entre hileras.
- b) Material de siembra. A menos que se explique de otra forma el material de siembra fué tomado de plantas sanas y vigorosas libres de pestes y enfermedades; todas las estacas fueron visualmente seleccionadas, cortadas en trozos de 20 cm de largo, en ángulo recto mediante dos golpes de machete. Cada estaca tenía 5 o más nudos con yemas viables y éstas estaban frescas al momento de la siembra, como lo indicaba el flujo del latex al corte de la estaca. Las estacas fueron tratadas químicamente con una solución standard de fungicida, insecticida y micronutrimentos (Cuadro 5) lo que en Colombia tiene un costo equivalente a US\$6.00/ha (33).

Las estacas, a menos que se explique de otra manera, fueron plantadas verticalmente a 10 cm de profundidad, sobre el caballón.

- c) La densidad de siembra usada fue de 10.000 pl/ha, sembradas a 1.0 x 1.0 m como es la práctica normal en CIAT. La resiembra se efectuó a los 30-40 días después de la siembra, reemplazando aquellas estacas que fallaron en su germinación o murieron en el primer período, de tal manera que se obtuviera el 100% de la densidad de siembra deseada para la cosecha. La resiembra se efectuó con estacas de 30 cm de largo, las que al germinar permiten alcanzar el mayor desarrollo de la siembra original evitando la competencia. Los datos de germinación fueron tomados en el momento de la resiembra.
- d) Control de malezas. Una mezcla standard de Karmex (2 kg/ha) + Lazo(3 lt/ha) fué aplicada en forma preemergente, inmediatamente después de la siembra. Controles de malezas adicionales, usualmente 2 o 3, fueron realizados mediante azadón y machete para mantener el cultivo libre de malezas. El control de malezas en los diferentes ensayos se terminó cuando en cualquiera de las parcelas y por efecto de los tratamientos era imposible continuar haciendo dicha labor de limpieza.
- e) Insecticidas. El único insecticida usado fue Toxafeno DDT 40/20 (4 lt/ha), aplicado junto con la mezcla de herbicidas. Este es un procedimiento standard del paquete tecnológico recomendado por CIAT. El otro insecticida usado fue Malathion que forma parte del tratamiento químico a las estacas. No se usó ningún otro producto químico en ninguno de los ensayos.
- f) Riego. La yuca normalmente se cultiva bajo condiciones de secano. Sin embargo, por razones de distribución de uso de mano de obra y mejor utilización del tiempo, algunos ensayos hubo que sembrarlos durante la época seca, consecuentemente se aplicó riego en forma suplementaria como se indica en el Cuadro 4, para asegurar el establecimiento y óptimo desarrollo del cultivo.
- g) Cosecha. Datos de rendimiento se tomaron en todos los ensayos a los 11 o 12 meses después de la siembra (Cuadro 1). Los parámetros medidos en la cosecha, 25 en total, se enumeran en el Cuadro 6.
- h) Aspectos varios. Durante el período de crecimiento de cada ensayo se tomaron datos sobre germinación, altura de planta dos o tres veces durante el período de desarrollo, vigor inicial, porcentaje o incidencia de enfermedades y plagas y grado de ataque y daño provocado por éstas.
- i) Tamaño de parcela y área de cosecha. Todas las parcelas experimentales tuvieron un área de 6 x 6 m. El área de cosecha fue 4 x 4 m o sea 16 m². En toda parcela se deja una hilera de borde alrededor de cada área útil de cosecha. Las parcelas de los extremos del ensayo mantienen dos hileras de borde. Datos obtenidos en CIAT (no publicados) sugieren que un área de cosecha de 16 m² con 4 repeticiones, una vez eliminadas las hileras de borde, es suficiente para obtener datos confiables cuando las variedades están bien adaptadas a la zona y aceptamos un 20% de C.V. como una desviación normal de la media.

- j) Cosecha. Esta operación se realizó en forma manual en todos los ensayos. Primero se cortó la parte aérea de las plantas en los 16 m² de área útil, dejando las raíces adheridas a un tocón de 25 cm. Las raíces fueron levantadas manualmente con una fuerza de tracción y vibración ejercida sobre el tocón que quedaba unido a éstas. Las raíces se separaron con machete del tallo principal y fueron apiladas dentro de cada parcela. Luego se separaron las raíces de tamaño comercial de las no comerciales, pesadas en forma separada y finalmente ambos pesos sumados para obtener el rendimiento total de raíces. El follaje y tocones se pesan en conjunto para obtener producción de biomasa total.
- k) Contenido de materia seca y almidón. Se tomaron aproximadamente 3 kg de raíces de tamaño promedio, las que fueron limpiadas exteriormente y luego pesada en aire y agua. La densidad de las mismas se calcula mediante la fórmula standard y por tablas de correlación se expresa en términos de materia seca y almidón (62) .
- l) Diseños Experimentales. Los diseños usados en cada ensayo se muestran en el Cuadro 1. Todos los ensayos tuvieron cuatro repeticiones por tratamiento. Análisis de varianza y comparaciones de rango múltiple de Duncan se llevaron a cabo entre las medias de los diferentes tratamientos con la colaboración del Departamento de Biometría del CIAT.

Experimento 1.

Madurez de la estaca. Se usó un diseño de parcela dividida. Las parcelas principales estuvieron constituidas por estacas sanas y enfermas. Las sub-parcelas fueron dadas por el origen de las estacas de la parte superior o más joven, media y basal o más vieja. Estas se obtuvieron de plantas madres de 12 meses de edad del cultivar M Mex 52, de hábito de crecimiento vigoroso. En este artículo, sólo se presenta la información que se refiere al origen o edad de la estaca.

Experimento 2.

Madurez de la estaca. Los tratamientos se sentaron en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Tal como en el Experimento 1, las estacas se tomaron de la parte basal media y superior de una plantación de M Mex 59 de 12 meses de edad. Esta variedad es muy vigorosa bajo las condiciones de CIAT, más vigorosa aún que la variedad M Mex 52 (Cuadro 3). A este ensayo se agregó otra variable que consistió en sembrar a 10,000 y 15.625 pl/ha, sembradas a 1 x 1 m y 0.80 x 0.80 m respectivamente.

Experimento 3.

Madurez de la estaca. Este fué un tercer ensayo que se refería a origen de estaca. En este caso se usó el cultivar CMC 40 de un vigor moderado. Este cultivar es susceptible a trips. Los tratamientos fueron sembrados en parcelas completamente al azar con cuatro repeticiones.

Experimento 4.

Angulo de corte por posición de siembra. Se usó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones y los tratamientos arreglados en un factorial de 2 x 3 (ángulo de corte x posición de siembra). Las estacas fueron cortadas con ángulo recto o en bisel y sembradas en posición vertical, inclinada y horizontal. Se usó la variedad CMC-76, de hábito de crecimiento erecto no ramificado. La germinación fue del 96 al 99% y no se realizó resiembra.

Experimento 5.

Posición de siembra por largo de estaca. En este ensayo se midió el efecto de la posición de siembra y largo de la estaca en el rendimiento de dos variedades diferentes, M Col 638 y M Ecu 47 (Cuadro 3). Se usó un diseño de parcela dividida, donde las variedades constituyeron la parcela principal y el largo de estaca por posición de siembra constituyeron las subparcelas, arregladas en un factorial de 3 x 3. Se tomaron datos de germinación 24 días después de la siembra. Debido a tremendas pérdidas que ocurrieron en la siembra horizontal de la variedad MEcu 47 (Cuadro 12) varias de estas parcelas tuvieron que ser resembradas en un 100%.

Experimento 6.

Profundidad de siembra debido a la gran viabilidad y poder de germinación de la variedad CMC 40 usada en este ensayo y a la homogeneidad de las características del suelo, se usó un diseño de parcelas completamente al azar con 4 repeticiones. Estacas de 30 cm de largo fueron usadas para permitir la siembra de los tratamientos a 10, 20 y 30 cm de profundidad.

Experimento 7.

Epoca x posición de siembra x variedad. Consistió en una parcela de observación sin repeticiones. Estacas de 10 variedades se sembraron en posición vertical, inclinada y horizontal, en 6 épocas diferentes a través del año (cada 2 meses) para medir los efectos del clima en la germinación. Estas parcelas se están llevando a rendimiento final a los 11 meses de edad. El tamaño de cada parcela es de 5 x 4 m con 20 estacas sembradas en cada una de ellas. No se efectúa resiembra puesto que se quiere medir el efecto del clima en la germinación y el rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

Experimento 1.

Madurez de la estaca. El origen o edad de las estacas tomadas de plantas de 12 meses de edad, de hábito de crecimiento vigoroso como es la M Mex 52,

no tuvo efecto significativo en el rendimiento de raíces bajo las condiciones de CIAT (Cuadro 7a). Sin embargo, como los ensayos de yuca muestran coeficientes de variación normalmente altos (20, 30%) en comparación con otros cultivos, es probable que un 5% de diferencia estadística probado no sea suficiente para juzgar el efecto de los tratamientos aplicados. En este experimento, el porcentaje de germinación de las estacas basales o más viejas de la variedad M Mex 52, fue solo un 74% comparado con más del 91% de las estacas provenientes de la parte media y superior de esta variedad. No se midieron mayores diferencias en rendimiento debido a origen de estaca porque en todas las parcelas se hizo la resiembra de las plantas muertas a los 30, 40 días después de la siembra inicial. Sin embargo, en una operación comercial esta práctica aunque recomendable puede ser antieconómica. La tonelada y media de diferencia en rendimiento a favor de las estacas más jóvenes de esta variedad vigorosa puede no ser estadísticamente diferente pero bajo condiciones de cultivo comercial, si estos resultados se repiten continuamente, pueden estas pocas toneladas ayudar al pago de los costos de producción del cultivo. Como comentario general los rendimientos obtenidos de unas 18 ton/ha se consideran bajos para las condiciones de CIAT. Esto se debe en parte a que el cultivar M Mex 52 usada, tiene un crecimiento de la parte aérea sumamente vigoroso lo que va en desmérito de la producción de raíces.

Experimento 2.

Madurez de las estacas. Estacas de la parte superior de la variedad M Mex 59, cultivar de hábito de crecimiento muy vigoroso bajo las condiciones de CIAT, produjo más raíces que plantas originadas en estacas de la parte media o inferior de la planta (Cuadro 7b). Aunque la germinación inicial de las estacas de la parte superior fue un poco inferior a la de los otros tratamientos, la labor de resiembra permitió cosechar igual número de plantas en todos los tratamientos. El rendimiento un poco menor de la parte aérea de las plantas provenientes de estacas de la parte superior (31.3 ton/ha vs 34.0 y 34.9 ton/ha para plantas de la parte superior, media e inferior respectivamente) puede explicar parcialmente que las plantas un poco menos vigorosas pueden rendir más que las plantas de hábito muy vigoroso por la menor competencia por el almacenamiento de carbohidratos, relación que se interpreta por el mayor índice de cosecha de las plantas provenientes de la sección apical (Cuadro 7b). La densidad de siembra también indica que cuando ésta es muy alta 15,625 comparado con 10,000 pl/ha, puede reducir los rendimientos de las raíces aunque no en forma significativa (Cuadro 8). Sin embargo, el índice de cosecha fue significativamente superior para la densidad de siembra de 10,000 pl/ha. La Fig. 1 muestra claramente el ligero beneficio que presenta la menor densidad de siembra y el uso de estacas de la parte superior para cultivares de hábito de crecimiento vigoroso. Este hecho seguramente se relaciona con los valores óptimos de índice de área foliar como ha sido publicado por CIAT (7, 8). El desarrollo excesivo de la parte aérea compite con las raíces como fuente de carbohidratos asimilados.

Experimento 3.

Madurez de estaca. La variedad CMC 40 tiene un muy buen vigor inicial y alta viabilidad. La producción de raíces totales y comerciales fue mayor

($P = 0.05$) para plantas provenientes de la parte media y superior en comparación con estacas provenientes de la parte basal o más vieja de la planta (Cuadro 7c). No se encontraron diferencias significativas de la producción de la parte aérea o índice de cosecha, aunque una vez más hay una pequeña tendencia a producir plantas un poco más vigorosas cuando se originan de estacas de la parte basal que con estacas de las otras dos secciones de la planta. Consecuentemente, el índice de cosecha tiende a ser mayor en las plantas provenientes de estacas de la parte media y superior (Cuadro 7c). La Fig. 2 resume gráficamente el efecto de origen de estaca y su efecto en el rendimiento e índice de cosecha de los tres ensayos presentados. Se puede concluir que los rendimientos óptimos se obtienen de plantas provenientes de estacas de la parte superior y media (33% y 20% de rendimiento adicional) cuando la planta madre es de hábito de crecimiento vigoroso. El costo de la selección de estacas es mínimo en relación al ingreso adicional que se puede obtener por esta práctica sencilla.

Experimento 4.

Angulo de corte x posición de siembra. El ángulo de corte de la estaca ya sea en ángulo recto o en bisel, no tiene efecto en el rendimiento de raíces (Cuadro 9). Tampoco se encontró un efecto significativo en rendimiento de raíces debido a la posición de siembra de la estaca, sin embargo, los rendimientos de las estacas sembradas en forma horizontal produjeron un 90% del rendimiento de la siembra vertical. Una vez más el coeficiente de variación calculado para este experimento fue del orden del 25% para raíces totales y un 36% para raíces comerciales (Cuadro 10), lo que puede explicar la falta de deficiencia significativa entre tratamientos. No se determinó una interacción significativa entre posición de siembra y ángulo de corte, sin embargo, las raíces se formaron uniformemente alrededor de la parte basal de las estacas cortadas en ángulo recto y fueron más numerosas en las estacas con corte rectangular que en las estacas con corte en bisel (Cuadro 11). Aunque este factor no tuvo efecto significativo en el rendimiento (Cuadro 9) es un factor de seguridad ya que hay más raíces que potencialmente pueden en grosar y acumular nutrimentos, cuando la yuca no se cultive bajo las condiciones óptimas de crecimiento que ofrece el CIAT.

Experimento 5.

Posición de siembra x largo de estaca. La primera conclusión de este ensayo es que diferentes variedades tienen diferente habilidad de crecimiento bajo condiciones de estrés (Ver datos de lluvia en Cuadro 4), como se muestra en el Cuadro 12. La variedad M Col 638 tiene una germinación del 92% comparado con un 65% de M Ecu 47. Esta diferencia es aún más evidente cuando es afectada por la posición de siembra. M Ecu 47 tiene tallos muy suculentos, aún en el estado de planta madura. Bajo las condiciones de siembra con clima caliente y seco, ni siquiera el riego suplementario aplicado logró asegurar la germinación de esta variedad. En este ensayo, 7 de las 12 parcelas con M Ecu 47 tuvieron menos de un 50% de germinación inicial y fueron resembradas en un 100%, 24 días después de la siembra inicial. Las otras plantas faltantes fueron resembradas para completar la densidad de siembra esperada de 10.000 pl/ha. Experimentalmente esta práctica cultural puede realizarse sin importar

el costo. En una operación comercial la labor de resiembra puede ser costosa y tal vez imposible, debido a la falta de material de siembra adecuado. La segunda conclusión de este ensayo es que a pesar de la menor germinación que presentó M Ecu 47, después que se efectúa una buena resiembra y que las condiciones de humedad del suelo se mantiene en forma adecuada durante el primer período después del establecimiento del cultivo, éste cultivar puede producir mayor rendimiento (32.0 vs 25.1 t/ha) que M Col 638. Consecuentemente, se recomienda la selección de la variedad más adaptada a un ecosistema. El análisis combinado de las dos variedades para largo de estaca indica que si el material de siembra es cuidadosamente seleccionado y químicamente tratado, estacas de 20 cm de largo rinden más que estacas de 40 o 60 cm (Cuadro 13). La recomendación que se deriva aquí es ciertamente que el agricultor se beneficiará usando material seleccionado y tratado por la menor cantidad de material que deberá mover. Finalmente, el análisis combinado para rendimiento de raíces de ambas variedades demuestra que mayores rendimientos se pueden obtener con siembras verticales que horizontales o inclinadas (Cuadro 14). Observaciones adicionales del lote de demostración (Experimento 7) en lo que se refiere a posición de siembra y época de siembra usando 10 variedades, sugiere que la tasa de emergencia de las estacas horizontalmente sembradas está altamente relacionada con la cantidad y distribución de las lluvias durante el primer mes o en el período inmediatamente anterior a la siembra (Cuadro 15). Sin embargo, bajo condiciones óptimas, la germinación es igual para cualquier posición de siembra. Otras observaciones indican que el vigor inicial y altura de las plantas provenientes de siembra vertical es mayor que para la posición de siembra horizontal, compitiendo consecuentemente mucho mejor con las malezas. La suma de estas observaciones no medidas pueden afectar significativamente el rendimiento de las raíces. Cuando estas parcelas sin repeticiones fueron llevadas a rendimiento final el promedio de las 10 variedades indicó un mayor rendimiento para las siembras en posición vertical e inclinada que horizontal (Cuadro 16). Finalmente se ha observado en todas estas parcelas que el volcamiento es mayor y más frecuente con las siembras en posición horizontal que con las otras posiciones, causando probablemente una disminución de rendimiento de raíces y haciendo la cosecha más difícil.

Experimento 6.

Profundidad de siembra. Rendimiento de raíces e índice de cosecha no fueron significativamente afectadas ($P=0.05$) debido a la profundidad de siembra de 10, 20 y 30 cm (Cuadro 17), pero la formación de raíces a lo largo de la sección enterrada del tallo fué significativamente alterada. Las raíces se formaron en racimo alrededor de la base de la estaca cuando ésta se enterró a solamente 10 cm pero se distribuyeron a lo largo de la estaca a medida que esta se enterró a 20 y 30 cm, además los pedúnculos fueron más largos mientras más profunda la siembra. Debido a la facilidad de siembra y cosecha se recomienda la siembra vertical a 10 cm de profundidad.

Discusión general.

La yuca es un cultivo que tiene una tremenda habilidad para recuperarse de condiciones adversas que aunque puedan reducir el rendimiento, difícilmente y rara vez matarán la planta. Por la misma razón, muchos estudios que se

publican demuestran que no hay diferencias significativas entre medias de tratamiento, normalmente presentan coeficientes de variación muy altos y muchas veces los datos se presentan como porcentaje de aumento de rendimiento debido a un tratamiento determinado.

Queda evidentemente demostrado que las estacas provenientes de la parte superior y media de plantas de 12 meses de edad, de hábito de crecimiento vigoroso, producen 10 a 20% más rendimiento de raíces bajo las condiciones de CIAT que aquellas que provienen de estacas de la parte basal. Los datos en el Cuadro 13 indican que cuando las estacas son bien seleccionadas y químicamente tratadas, cortadas en trozos de 20 cm y en ángulo recto producirán mejores rendimientos que estacas más largas. Datos referentes a posición de siembra de 3 ensayos llevan a la conclusión de que se obtiene una mayor germinación y mayor rendimiento cuando la siembra se hace en forma vertical (Cuadro 10, 12, 14, 16).

La profundidad de siembra y el ángulo de corte no afectan significativamente el rendimiento. Debido a la facilidad de siembra y cosecha y a la mejor formación y distribución de raíces en torno a la estaca, se recomienda la siembra vertical a 10 cm de profundidad con estacas cortadas en ángulo recto.

Fuera de los ensayos per se, el tratamiento y selección de las estacas como ha sido descrito previamente, es una práctica necesaria para obtener un alto rendimiento de raíces.

REFERENCIAS:

1. Araque, R. 1961. La yuca; su cultivo y sus usos. Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Serie de cultivos No. 2. 1961. 20P.
2. Barrios, J. R. 1975. Contribuição ao estudo do vigor e do desenvolvimento inicial en estacas de mandioca (Manihot esculenta Crantz). Tese Mag. Se. Piracicaba, Brasil, Universidade de Sao Paulo. 99p.
3. Bravo, A. F. 1950. El cultivo de la Mandioca. Argentina Ministerio de Agricultura y Ganadería. Publicación Miscelánea No. 330. 12p.
4. Campos, H. Dos R. and SENA Z. F. De. 1974. Profundidade do sistema radicular do aiper "Moragopipe" aos sete e aos doce meses de ciclo. Cruz das Almas, Bahia, Brasil, Universidade Federal da Bahia, Escola da Agronomia, 9p:
5. Castro M. A. , Toro, J.C. y Celis A. E. 1978. Métodos de siembra y cuidado inicial de la Yuca. In curso sobre producción de Yuca. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, pp.217-224.
6. Carvalho D., C.A.; Ferraz, A.F., Bertini, K. y Salvio N.J. 1973/1974. Mandioca: plantio em nivel, terraceamento, selecao de ramas para plantio, controle de ervas daninhas. Sao Paulo, Secretaria de Agricultura, Coordenadoria de Asistencia Técnica Integral, 14p.
7. Centro Internacional De Agricultura Tropical. 1978. Annual Report 1977, p. C53-C61.
8. CIAT 1978. Annual Report. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. pp. A1-99.
9. CIAT; 1974. Annual Report. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
10. Colom, J. L. 1947. La Yuca; su cultivo y aprovechamiento. Revista de Agricultura (Costa Rica) 19: 245-269.
11. Conceicao, A.J. Da y Sampaio, C.V. 1973. Técnicas de Manejo. In Cruz das Almas, Brasil. Universidade Federal da Bahia. Escola de Agronomia. Convenio UFBA/BRASCAN Nordeste. Projeto Mandioca. Relatório Semestral de Pesquisas No. 2. pp. 46-48.

12. Conceicao, A.J. Da and Sampaio, C. V. 1975. Sistemas de plantio de mandioca in projecto mandioca. Cruz das Almas, Brasil. Convenio U.F. BA/BRASCAN Nordeste. Serie Pesquisa V. 2, No. 1. pp. 119-127.
13. Conceicao, A. J. 1976. Da Colheita Da Mandioca. In: Curso Intensivo Nacional de Mandioca, lo., Cruz das Almas, Brasil. Cruz das Almas, Bahia, Brasil, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, 1976, pp. 435-440.
14. Conde T., M.L. 1944. El cultivo de la Yuca. Revista de Agricultura, Industria y Comercio (Puerto Rico) 35: 166-169.
15. Costa, A. S. and Normanha, E. 1939. Nota sobre o tratamento de manivas de mandioca (Manihot utilissima Pohl) en agua aquecida a diversos temperaturas. Revista de Agricultura (Brasil) 14: 227-230.
16. Crawford, J., Comp. 1961. Cassava Report on Growing Cassava in St. Elizabeth, Jamaica, Kaiser Bauxite, 23p.
17. Culture Of Cassava. 1957. Philippines Agricultural and Industrial Life 19 (9): 6-7, 35.
18. Cultura Da Mandioca, Sao Paulo. Secretaria de Agricultura. Coordenacao de Assistencia Técnica Integral. Instrucao Prática. No. 141. 19p.
19. Delgado, R. E. 1970. El Cultivo de la Yuca en el Perú. Lima, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1970. 16p.
20. Embrapa-Embrater. 1976. Sistemas de producao para Mandioca. Ceará, Brasil. Serie Sistemas de Producao. Boletín No. 15. 36p.
21. Estrada R., N. y Varón, L.A. 1969. El Cultivo de la yuca. Boletín Agrícola (Colombia) No. 582: 11365-11367.
22. Ezeilo, W.N.O., Flinn, J.C. and Williams, L.B. 1975. Cassava Producers and cassava production in the East Central State of Nigeria. Ibadan, Nigeria. National Accelerated Food Production Project. Cassava Benchmark Survey, East Central State. 27p.
23. Feller, M. 1968. Cultura da mandioca. Recife. Brasil, Grupo Executivo da Integrado da Politica dos Transportes, 9p.
24. Ferreria F., J.C., Monte o. Muller, A.S. y Gravata, A. G. 1942. Manual da Mandioca, a mais brasileira das plantas uteis; cultura, pragas e doencas, industria. Sao Paulo, Edicao da Chácaras e Quintaes, 299p.

25. Gartner, J. J. y Pérez, O. 1975. Producción de yuca. Medellín . Instituto Colombiano Agropecuario, Regional 4. pp. 19-34.
26. González, CH., F.J. 1973. Estudio sobre el tamaño y la posición de la estaca de yuca utilizadas en la plantación. Tesis Prf. Escuela de Ingeniería Agronómica. Jusepin, Universidad de Oriente. 29p.
27. Gurnah, A.M. 1974. Effects of methods of planting and the length and types of cuttings on yield and some yield components of cassava. (*Manihot esculenta* Crantz) grown in the forest zone of Ghana. Ghana Journal of Agricultural Science 7 (2): 103-108.
28. Grace, M.R. 1977. Cassava Processing. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 155p.
29. Jayaseelan, K.N. 1951. Studies in Growth and Yield of Cassava I. Yield in Relation to Size and Type of Set. Tropical Agriculturist 108 (3) : 168-171.
30. Lagos U., J.A. 1952. Cultivo Moderno de la Yuca. Agricultor Costarricense 10 (11) : 255-257.
31. Leihner, D. E. y Castro A. 1979. Prácticas sencillas para aumentar el rendimiento del cultivo de la yuca. Contribución presentada en la XXV reunión del PCCMCA, Tegucigalpa, Honduras.
32. Locayo L., E.J. 1964. Cultivo de la Yuca. Nuestra Tierra 8 (76): 124-126. Nicaragua.
33. Lozano, J.C., Toro, J.C., Castro, A., Bellotti, A.C. 1977. Production of Cassava Planting Material. CIAT. Series GE-17. 28p.
34. 1978.
Problemas relacionados con la semilla de la yuca. In: Curso sobre Producción de Yuca. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. pp. 78-89.
35. Lulofs, R. B. 1970. A study of method and costs for commercial planting of tapioca in Kedah (Malaysia). In Blencowe, E.K. and Blencowe, J.W., eds. Crop Diversification in Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia, Incorporated Society of Planters, pp. 149-166.
36. Mallard, R.P.A. 1962. A Mandioca e sua Culture. Boletín Agrícola 11 (1/6): 89-96.
37. Mandioca. 1933. Lavoura (Brasil) 37: 81-85.

38. Mier, J.M. El cultivo de la Yuca. Mimeo. 30p.
39. Monteiro, T. 1956. Como cultivar a mandioca. Sao Paulo, Edicoes Melhoramentos, 29p.
40. Moreira M., J.H. 1969. Cultura da mandioca. Gazeta do Agricultor 21 (237) : 34-36.
41. Normanha, E.S. y Pereira, A.S. 1950. Aspectos Agronómicos da cultura de mandioca (Manihot utilissima Pohl). *Bragantia* 10 (7): 179-202.
42. Normanha, E.S. and Pereira, A.S. 1953. Recomendacoes para o plantio da mandioca. *Revista de Agricultura (Brasil)* 28: 263-266.
43. Normanha, E.S. 1971. Yuca; observaciones y recomendaciones sobre su cultivo en Nicaragua. Managua, Banco Central de Nicaragua, 1971. 29p.
44. Oliveros, B., Lozano, J.C. and Booth, R.H. 1975. A Phytophthora Root Rot of Cassava in Colombia. *Plant Disease Reported* 58 (8): 703-705.
45. Pires, M.R. 1962. A Mandioca e sua cultura, *Boletín Agrícola* 11 (1/6): 89-76.
46. Ribeiro, F.J. 1946. Cultura e Utilizacao da Mandioca. *Ceres (Brasil)* 7 (38): 88-100.
47. Ribeiro Filho, J. 1966. Cultura da Mandioca. Vicosá, Brasil. Universidad Rural do Estado de Minas Gerais, Escola Superior de Agricultura. 80p.
48. Rodriguez, N.F. y Sánchez de B.C.A. 1963. Importancia del tipo de estaca para la producción de mandioca en Misiones. *Revista de Investigaciones Agrícolas* 17 (3): 289-302.
49. Rosas S., C. 1969. Influencia de la modalidad de siembra y tamaño de la estaca de yuca, *Manihot esculenta* Crantz. La Molina, Perú, Universidad Nacional Agraria, Programa de Agronomía. 7p.
50. Sampaio, C.V. 1974. Estudo do ciclo de cultivares de mandioca tardios e precoces no nordeste Brasileiro. Cruz das Almas, Brasil, Universidade Federal da Bahia. Escola de Agronomia. Convenio UFBA/BRASCAN Nordeste. pp. 29-41.
51. Santos, E.O., Bessa, M. And Lima, P.B. De 1972. Mandioca; recomendacoes tecnológicas. Brasil. Ministerio de Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuaria. Instituto de Pesquisa Agropecuaria do Nordeste. Circular No. 8. 11p.

52. Silva, J.R. Da. 1970. Solucao radical so na técnica; mandioca. In *Guia da Producao Rural*, Sao Paulo, Coopercotia, pp.126-140.
53. Silva, J.R. Da. 1971. O Programa de mandioca no Instituto Agronómico do Estado de Sao Paulo. *Agronomico* 23:49-71
54. Silva, F. 1961. A Cultural da mandioca. *Gazeta do Agricultor* 13 (144): 138-139.
55. *Sistemas de Producao Para Mandioca*. Ceara, Brasil Embrapa-Embrater 1976. Serie Sistemas de Producao, Boletín No.15. 36p.
56. Sturtevant, W.C. 1961. Taino Agriculture. *Antropologica* No. 2. pp. 69.82.
57. Tan, K.H. and Bertrand, A.R. 1972. Cultivation and fertilization of cassava. In: Hendershott, a literature review and research recommendations on cassava. Athens, Ga., University of Georgia, pp. 37-72.
58. Teixeira, M.C. 1931. Notas prácticas sobre a cultura da mandioca. *Boletín Agrícola (Serie 3)* 1931: 132-152.
59. Tineo, J. 1976. Selección de estaca y la siembra de yuca. *Agro Información* 1 (8) : 29-31.
60. Toro, J.C., Castro M.A. y Celis A.E. 1976. Selección y preparación de material para siembra de yuca. In: *Curso sobre Producción de Yuca*, Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. pp. 197-204.
61. Toro, J.C., Castro, A., and Celis, E.A. 1978. Planting methods and care at early growth stage of cassava. In: *Cassava Production Course*, Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 407pp.
62. Toro, J.C. 1978. Sugerencias para la conducción de pruebas regionales. In: *Curso de Producción de Yuca*, Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. pp. 341.-359.
63. Tribuzi, H. S. 1963. Trabalho completo sobre a cultura racional de mandioca. *Sitios e Fazendas* 29 (12): 22-24.
64. Ulate M.J.L. y Aviles A., C.L. 1975. Cultivo de la Yuca. Quesada, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro Regional de la Zona Norte. Boletín No. 51. 7p.
65. Uphof, J.C.T. 1944. El Cultivo de la yuca en Java. *Hacienda (USA)*. 39:266.

CUADRO 1.-

Información general de los siete experimentos reportados en éste artículo

EXPERIMENTO No.	SIEMBRA	COSECHA	DIAS DE COSECHA	VARIETADES	DISEÑO ESTADISTICO
1- Madurez de estacas	Agosto 16/76	Julio 26/77	344	M MEX 52	Parcelas divididas
2- Madurez de estacas	Octubre 13/77	Sept. 29/78	351	M MEX 59	Bloques C.R.
3- Madurez de estacas	Abril 13/77	Marzo 9/78	330	CMC 40	Bloques C.R.
4- Angulo de corte x posición de siembra	Enero 8/78	Nov. 30/77	326	CMC 76	Bloques C.R. y 2x3 análisis factorial x angulo de corte x posición de siembra.
5- Posición de siembra x tamaño de estaca	Enero 13/77	Enero 10/78	362	MCOL 638 MECU 47	Parcelas divididas con subparcelas arregladas en un factorial 3x3.
6- Profundidad de siembra	Abril 13/77	Marzo 20/78	341	CMC 40	Bloques C.R.
7- Parcela de observación 10 variedades x posición de siembra x fecha de siembra	1. Marzo 29/78 2. Mayo 30/78 3. Julio 29/78 4. Sept. 30/79 5. Dic. 1/78 6. Enero 30/79	Enero 21/79 Abril 6/79 Julio 4/79 - - -	329 341 340 - - -	Las siguientes 10 variedades, fueron sembradas en cada fecha: MEX 17, MEX 59, CMC 40, CMC 76 MCOL 22, MCOL 1684, MVEN 218, HCM 2, HCM 7, CM 323-375	Sin diseño, sin replicación parcelas de observación.

CUADRO 2.

Análisis de suelo de los siete experimentos reportados en este artículo. Todos los experimentos fueron conducidos en la Estación Experimental del CIAT.

EXP.	LOTE CIAT	M.O. %	P(Bray II) ppm	pH	Ca	Mg	K	Na	C.I.C.	B	Zn	Textura
					-----meq/100			gr suelo-----		---ppm---		
EXP. 1	P2N	4.3	26.9	6.7	21.5	13.7	0.70	-	33.2	0.68	1.67	Arcilloso
EXP. 2	P2N	4.3	26.9	6.7	21.5	13.7	0.70	-	33.2	0.68	1.67	Arcilloso
EXP. 3	R1N	5.0	35.0	6.9	-	-	0.75	-	-	-	1.80	Franco arcilloso
EXP. 4	R1N	5.1	38.0	6.9	20.8	12.0	0.77	0.57	32.0	0.33	1.80	Arcilloso
EXP. 5	R1N	4.8	33.6	6.9	20.8	12.0	0.57	0.57	32.0	0.33	1.70	Franco arcilloso
EXP. 6	R1N	5.0	35.0	6.9	20.8	12.0	0.75	0.57	32.0	0.33	1.80	Franco arcilloso
EXP. 7	D1N	-	-	8.2	14.0	18.7	0.71	0.74	22.2	-	-	Franco arcilloso

CUADRO 3.-

Principales características de las variedades usadas en los experimentos reportados en este artículo.

	Variedad	Vigor	Hábito de Ramificación	Tamaño de hoja	Altura de Planta	Facilidad de cosecha	Tamaño de raíz	Largo de pedúnculo
EXP. 1	MMEX 52	Medio	Medio	Pequeño	2.20	Regular	Largo	Largo
EXP. 2	MMEX 59	Alto	Alto	Medio	2.20	Difícil	Largo	Largo
EXP. 3	CMC 40	Alto	Medio	Pequeño	2.40	Fácil	Medio	Medio
EXP. 4	CMC 76	Alto	Medio	Medio	1.80	Regular	Largo	Medio
EXP. 5	MCOL 638	Medio	Alto	Pequeño	2.00	Regular	Largo	Medio
	MECU 47	Medio	Medio	Medio	2.40	Fácil	Largo	Medio
EXP. 6	CMC 40	Alto	Medio	Pequeño	2.40	Fácil	Medio	Medio

CUADRO 4.-

DISTRIBUCION DE LLUVIAS E IRRIGACION APLICADA DURANTE EL CICLO DE CRECIMIENTO DE LOS EXPERIMENTOS

	Fecha de siembra	Meses después de la siembra: Precipitación más irrigación(*) en mm.											Agua total mm.	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
EXP. 1	Agosto 16-76	68*	60*	106	55	35	30*	48	34	63	54	94	22	671
EXP. 2	Octubre 13-77	104*	111*	81	44	73*	57*	64	243	166	4	35	34	1.016
EXP. 3	Abril 13-77	63	84*	94	22	47	74	111	81	44	43	47*	64	774
EXP. 4	Enero 8-77	83*	68*	33	63	74*	94	22	47	74	111	81	44	794
EXP. 5	Enero 13-77	63*	68*	33	63	74*	94	22	47	74	111	81	44	774
EXP. 6	Abril 13-77	63	84*	94	22	47	74	111	81	44	43	47*	64	774
EXP. 7	Parcela de observación.													
Fechas de siembra:	1- Marzo 29-78	209	153	4	19	34	34	125	98	160	14	3		853
	2- Mayo 30-78	4	19	34	34	125	98	160	14	3	78	99		668
	3- Julio 29-78	34	34	125	98	160	14	3	78	99	99	74		818
	4- Sept. 30-78	125	98	160	14	3	78	99	99	74	9			-
	5- Dic. 1/78	160	14	3	78	99	99	74	9					-
	6- Enero 30-79	3	78	99	99	74	9							-

CUADRO 5.-

COSTOS DEL TRATAMIENTO DE ESTACAS DE YUCA CON ALGUNOS PESTICIDAS
Y SULFATO DE ZINC

PRODUCTO	PRECIO/Kg* \$ Col. 1977	g/ha	Costo/ha* \$ Col.	COSTO AGREGADO \$ Col	COSTO AGREGADO US\$ 1977
Dithane M-45	48.50	333.0	16.00	16.00	0.43
Manzate 80	45.00	187.5	8.00	24.00	0.65
Vitigran	61.00	300.0	18.00	42.00	1.15
Malathion E.C.	86.00	750.0	65.00	107.00	2.93
Sulfato de Zinc**	20.00	6.000.0	120.00	222.00	6.21

* Incluye 0.5 días - hombre

** Usado solamente cuando hay deficiencia de Zinc.

CUADRO 6.- VARIABLES MEDIDAS EN LA COSECHA EN TODOS LOS EXPERIMENTOS.

VARIABLES	SIMBOLO
1. Variedad	Var
2. Parcela #	Par.
3. Replicación #	Rep.
4. Tratamiento	Trat.
5. Número de plantas por parcela	# P/Par
6. Altura de planta (cm)	Alt. Pl.
7. Número de tallos principales de Plantas cosechadas	Nº Tallos
8. Peso total de raíces (kg/par.)	PTR.
9. Número total de raíces	Nº TR.
10. Peso raíces comerciales	PRC.
11. Número de raíces comerciales	NºRC.
12. Perímetro promedio de raíz (cm)	PPR
13. Tamaño promedio de raíz (cm)	LR.
14. Decímetro de la raíz	DR.
15. Peso parte aérea (kg/par)	PPA
16. Índice de cosecha	IC
17. # de raíces podridas	NºRP.
18. % Pudrición	%P.
19. Peso raíces al aire	PR/Aire
20. Peso de raíces en agua (de las mismas raíces)	PRA.
21. Peso específico o densidad de raíces	δ
22. Contenido de materia seca %	%MS.
23. Contenido de almidón %	% Almidón
24. Contenido de materia seca parte aérea % (Ocasionalmente)	%MS.
25. Acame	A.

CUADRO 7.-

EFFECTO DEL ORIGEN Y LA MADUREZ DE LA ESTACA EN LA GERMINACION,
INDICE DE COSECHA Y RENDIMIENTO DE TRES VARIETADES DE YUCA.

Origen de la Estaca en el Tallo	Germinación (%)	Indice de Cosecha	Rendimiento Raíces Frescas	
			TOTAL t/ha.	COMERCIAL
a) M Mex 52 - EXP. 1				
Alta	93.0	0.34 a ¹	18.5 a	12.8 a
Media	91.1	0.30 a	18.1 a	13.1 a
Baja	74.5	0.29 a	16.8 a	10.2 a
CV %	26.24	30.19	16.84	-
b) M Mex 59 - EXP. 2				
Alta	93.6 b	0.35 a	17.4 a	12.0 a
Media	96.9 a	0.26 b	11.8 b	6.2 b
Baja	98.5 a	0.26 b	12.5 b	6.4 b
CV %	24.83	39.10	16.10	1.84
c) CMC 40 - EXP. 3				
Alta	100 a	0.49 a	28.8 a	26.3 a
Media	100 a	0.50 a	31.5 a	27.9 a
Baja	100 a	0.44 a	26.4 b	22.5 b
CV %	6.38	8.49	5.78	-

1 Las medias para cada variedad y dentro de las columnas que están seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes a $P \leq 0.05$.

CUADRO 8 EFECTO DE LA DENSIDAD EN EL PESO DE RAICES, PARTE AEREA E INDICE DE COSECHA DE LA VARIEDAD M MEX 59

Plantas/ha	Raíces Frescas		Crecimiento Aéreo	Indice de Cosecha
	Total	Comercial		
-----TON/ha-----				
10.000	15.3 a (1)	9.5 a	32.5 a	0.31 a
15.000	12.5 a	6.9 a	34.3 a	0.26 b

CUADRO 9 EFECTO DEL ANGULO DE CORTE DE LA ESTACA EN RENDIMIENTO E INDICE DE COSECHA DE LA VARIEDAD CMC 76

Angulo de Corte	Peso Fresco		Indice de cosecha
	Total	Comerciales	
TON/Ha.			
Rectangular	28.49 a ¹	22.76 a	0.396 a
Bisel	28.56 a	23.29 a	0.382 a

(1) Las medias dentro de cada columna seguidas por la misma letra no son diferentes a $P \leq 0.05$

1 Las medias dentro de la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes a $P \leq 0.05$

CUADRO 10.- EFECTO DE LA POSICION DE SIEMBRA DE LAS ESTACAS EN EL RENDIMIENTO DE RAICES, CRECIMIENTO AEREO E INDICE DE COSECHA DE LA VARIEDAD CMC 76.

Posición de Siembra	Peso Fresco		Indice de cosecha	
	Raíces Totales	Raíces Comerciales		
-----TON/ha, -----				
Vertical	30.0 a ¹	24.4 a	45.9 a	0.39 a
Inclinada	28.1 a	22.8 a	46.4 a	0.37 a
Horizontal	27.4 a	21.8 a	39.3 b	0.39 a
C.V.	25.75	36.69	8.33	18.18

1. Las medias dentro de la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes a $P \leq 0.05$

CUADRO 11 EFECTO DE LA POSICION DE SIEMBRA Y DEL ANGULO DE CORTE DE LAS ESTACAS EN EL NUMERO DE RAICES DE LA VARIEDAD CMC 76.

Angulo de Corte	X	Posición de siembra	No. total de raíces	No. de Raíces comerciales	No. Promedio de Raíces	
					Total	Comercial
Rectangular	x	Vertical	17.5	7.0	16.6	6.6
Rectangular	x	Inclinada	16.4	6.2		
Rectangular	x	Horizontal	16.1	6.7		
Bisel	x	Vertical	14.9	6.4	14.5	5.8
Bisel	x	Inclinada	14.2	5.5		
Bisel	x	Horizontal	14.6	5.5		

CUADRO 12

EFECTO DE LA POSICION DE SIEMBRA Y TAMAÑO DE LA ESTACA EN GERMINACIÓN Y RENDIMIENTO DE LAS VARIETADES M COL 638 Y MECU 47

Posición de Siembra	LARGO DE LA ESTACA (cm)							
	20	40	60	% Germinación	20	40	60	
	M COL 638			AVE	M ECU 47			AVE
Vertical	94.5	94.4	92.5	93.8	83.2	86.9	85.3	85.1
Inclinada	92.3	90.7	97.9	93.6	70.7	83.1	78.0	77.2
Horizontal	89.0	89.8	85.3	88.0	38.0	31.2	28.6	32.6
	-----Rendimiento - Raíces Frescas Ton/ha.-----							
Vertical	27.3	23.2	32.2	27.6	38.8	36.2	29.0	34.6
Inclinada	24.1	27.5	23.0	24.9	34.4	30.5	26.2	30.4
Horizontal	21.1	24.7	23.0	23.0	38.9	22.2	31.9	31.0

CUADRO 13

EFECTO DEL TAMAÑO DE LA ESTACA EN LA GERMINACION, INDICE DE COSECHA Y RENDIMIENTO DE YUCA.

Tamaño de Estaca	Germinación (%)	Indice de Cosecha	Rendimiento Raíces Frescas	
			Total	Comercial
			----- (t/ha.) -----	
20	77.9 a ¹	0.38 a	30.8 a	27.6 a
40	78.4 a	0.36 ab	27.4 b	24.0 b
60	77.0 a	0.34 b	27.5 b	23.9 b

¹ Las medias dentro de la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes a $P \leq 0.05$

CUADRO 14

EFECTO DE LA POSICION DE SIEMBRA DE GERMINACION, INDICE DE COSECHA Y RENDIMIENTO DE YUCA ¹.

Posición de Siembra	Germinación (%)	Indice de Cosecha	Rendimiento Raíces Frescas	
			Total	Comercial
			----- (t/ha) -----	
Vertical	89.2 a ²	0.36 a	31.1 a	27.4 a
Inclinada	85.6 a	0.36 b	27.6 b	24.2 b
Horizontal	58.6 b	0.35 a	27.0 b	23.9 b

CUADRO 15

EFECTO DE LA POSICION DE LA ESTACA Y EPOCA DE SIEMBRA EN LA GERMINACION DE LA YUCA ¹.

Fecha de Siembra	Lluvia durante los primeros 30 días (mm)	% GERMINACION		
		Siembra vertical	Siembra inclinada	Siembra Horizontal
Marzo 29	215	95.5	98.5	98.0
Mayo 30	5	100	100	91.5
Julio 29	25	91.5	88.0	54.0
Septiembre 30	116	99.0	96.0	95.0
Diciembre 1°	160	100	100	98.0
Enero 30-79	2.5	98.7	97	16

1. Promedio de dos variedades

" Promedio de 10 variedades

2 Las medias dentro de la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes a $p \leq 0.05$

CUADRO 16 EFECTO DE LA EPOCA DE SIEMBRA Y POSICION DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO PROMEDIO DE RAICES SOBRE 10 VARIEDADES DE YUCA.

Posición de Siembra	Fecha de Siembra*			Promedio
	Marzo 29-78	Mayo 30-78	Julio 29-78	
Vertical	31.1	20.1	21.8	24.3
Inclinada	30.0	22.3	20.7	24.3
Horizontal	28.1	17.0	17.8	20.9

CUADRO 17 EFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO E INDICE DE COSECHA DE LA VARIEDAD CMC - 40

Profundidad de Siembra	Rendimiento Total de raíces	Rendimiento de Raíces Comerciales	Parte Aérea	Indice de Cosecha
-----TON/ha.-----				
10 cm	27.03 a ¹	22.68 a	34.20 a	0.439 a
20 cm	29.15 a	26.31 a	33.84 a	0.460 a
30 cm	27.25 a	24.48 a	38.33 a	0.412 a
C.V.	20.19	23.77	9.95	10.61

* Todas las parcelas fueron cosechadas 11 meses después de la siembra.

1 Las medias dentro de la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes a P = 0.05

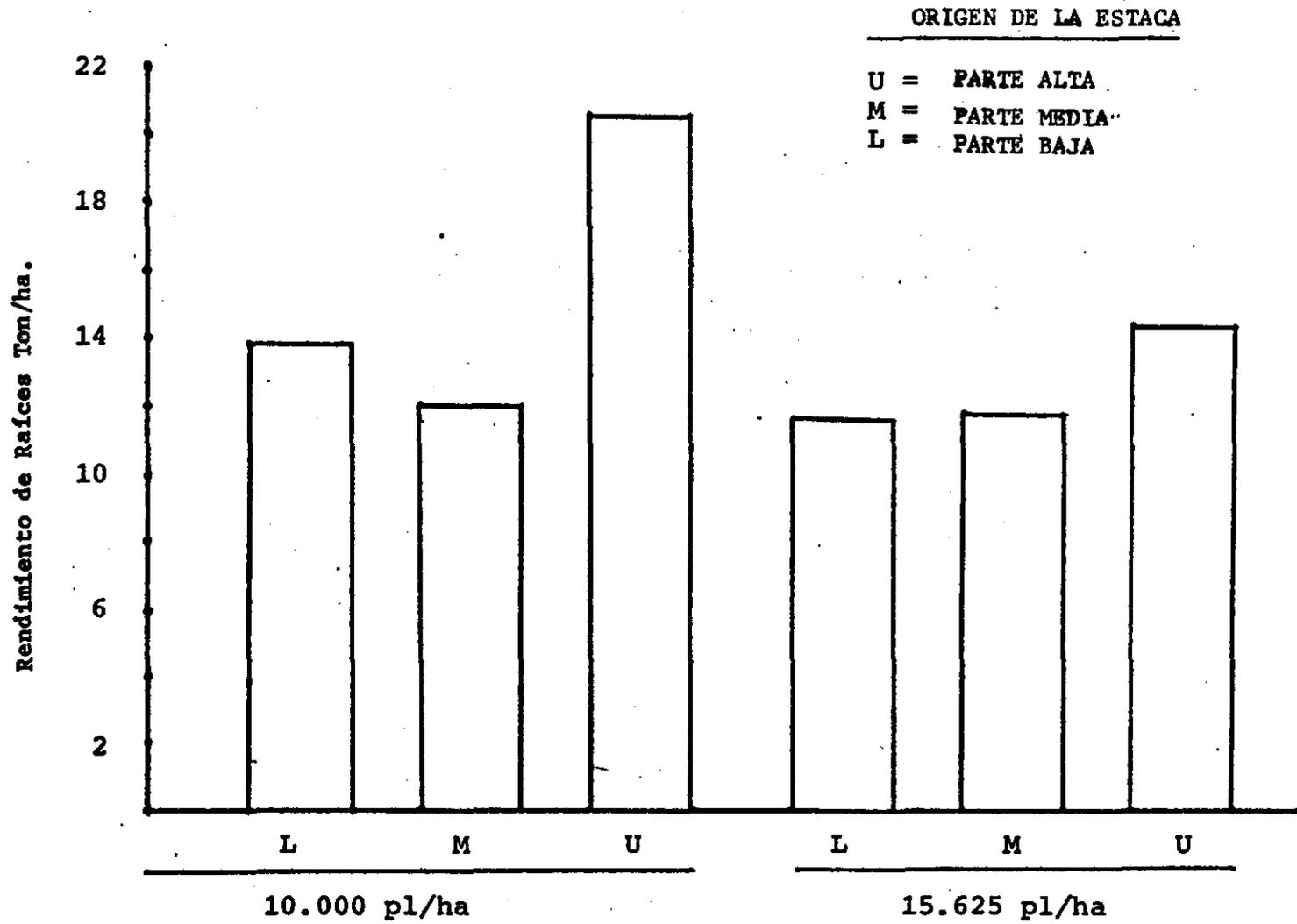


FIG. 1.- Efecto del origen (edad) de la estaca en el Rendimiento de Raíces de Yuca de la variedad M MEX 59

FIG. 2.-

Efecto de la madurez de la estaca (Posición en el Tallo)
Indice de cosecha y Rendimiento de tres variedades de Yuca.

