

# ENRAIZAMIENTO DE LA YUCA

POR

ALBERTO MACHADO S.

JEFE DE LA SECCION DE AGRONOMIA DEL CENTRO  
NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFE

## *Primera Parte*

ENTREGADO PARA SU PUBLICACION EL 12 DE NOVIEMBRE DE 1.947

## **INTRODUCCION**

La YUCA *Manihot dulcis* (G. F. Milld) M. es un arbusto que se cultiva por sus raíces que no sólo sirven como alimento para el hombre y algunos animales sino que de ella se extraen grandes cantidades de almidón y otros productos industriales. La Yuca (*Manihot dulcis*) originaria de las regiones ecuatoriales y tropicales de América es una planta que se cultiva desde el nivel del mar hasta alturas, muchas veces, por encima de los dos mil metros. En las regiones ca-

feteras de Colombia se le encuentra como «cultivo adyacente» al del café y es base de alimentación de nuestro pueblo.

Por lo antes dicho, podemos considerar que la yuca es un cultivo tropical de gran interés para todos y sus características especiales para la formación y el desarrollo de sus raíces comestibles constituyen la base principal del presente trabajo.

**Revisión de literatura:** Después de revisar la literatura que logramos conseguir sobre los sistemas de siembra de la yuca, sacamos en conclusión que existen grandes discrepancias entre los cultivadores de esta planta y al respecto damos en resumen lo que hallamos en distintas revistas consultadas y que hablan sobre los sistemas de colocar los esquejes, cangres o semillas en las siembras de yuca. Como se verá después, la mayor parte de los autores se inclinan hacia la colocación del «cangre» o semilla en posición «CLAVADA» (lámina No. 1 parte superior), no obstante otros recomiendan las siembras a base de «cangre tendido» para los cultivos comerciales de yuca (lámina No. 1 parte inferior). Además se encuentran casos en que los autores consideran que la colocación del «cangre», al hacer las siembras, no tiene una importancia fundamental sobre el enraizamiento de la yuca.

Para dar una idea sobre el problema que no sólo existe entre los cultivadores de yuca en Colombia sino entre los de otros países productores, citaremos pues algunos casos frecuentes registrados en la literatura referente a «cosechas tropicales» y damos al final la bibliografía consultada con mayores detalles:

En virtud de lo dicho tenemos lo siguiente:

a)—Francois (1.938) dice refiriéndose a la propagación de la yuca que los «cangres» o semillas se deben plantar en forma oblicua y directamente en el campo de tal manera que queden bajo tierra las dos terceras partes de la semilla;

b)—Fernando y Jayasundera (1942) consignan en resumen que en la Estación Experimental de Anuradhapura (Ceylán) usando dos selecciones locales de yuca A. 3, 7 y B. 4, 1 lograron mayor rendimiento con las siembras verticales que con las siembras horizontales y además un mayor número de plantas supervivientes con el primer sistema que con el segundo. Este resultado lo lograron tanto con una variedad

como con la otra y se logró también en las dos distancias distintas de siembra que contemplaba el experimento;

c)—Uphof (1.944) anota que la yuca se reproduce por estacas de unos 20 a 40 centímetros de largo, con 2 ó 3 yemas cada una y que se deben conservar dos o tres tallos por planta lo que parece estimular el desarrollo de las raíces. No menciona cuál es la mejor posición para hacer la siembra de las estacas o semillas;

d)—Ospina (1.913) dice: «La siembra de la yuca se hace enterrando las estacas en posición inclinada y de modo que proyecten fuera de la superficie 2,5 centímetros; si bien Reinosso opina que es mejor enterrarlas del todo»;

e)—Heyne (1.936) anota que las siembras de yuca se hacen utilizando trozos de cepas de 17 a 25 centímetros y colocándolos verticalmente o inclinados;

f)—En el Almanaque Creditario (1.944:15) escrito para las zonas cálidas de Colombia se encuentra como recomendación lo siguiente, en términos generales: para las siembras de yuca, usar trozos de tallos que midan de 25 a 30 centímetros de largo con dos o tres yemas y colocarlos a razón de dos semillas por mata dejando alguna separación entre ellos. Estas mismas instrucciones aconsejan al agricultor que coloque los esquejes, cangres o semillas en forma «horizontal» sobre el surco, evitando la posición inclinada o parada;

g)—Terreros (1.942) dice que la yuca debe sembrarse por medio de estacas o esquejes de 25 a 30 centímetros de largo colocados a razón de dos por cada postura y en posición inclinada tapando con tierra las dos terceras partes de su longitud;

h)—Conde Thillet (1.944) manifiesta en relación con las siembras de la yuca que el sistema a seguirse es por medio de esquejes o estacas que pueden sembrarse inclinados o totalmente acostados en el hoyo, cubriendo las dos terceras partes con tierra, aunque en terreno suelto pueden cubrirse completamente;

i)—Normanha y Book (1.942) registra el caso de que los esquejes deben ser de 15 a 20 centímetros y que al plantarlos deben quedar inclinados dejando una tercera parte por fuera de la superficie del suelo;

j)—Mejía Franco (1.946) dice que en los suelos inclinados y de exposición occidental, las distancias pueden disminuirse; lo contrario cuando la configuración del terreno es completamente plana. Registra que las semillas o cangres deben

quedar generalmente medio inclinadas en el suelo formando un ángulo de 45° con la superficie de aquél, no obstante que pueden sembrarse totalmente extendidos o verticales. Al hacer la siembra deben dejarse dos yemas fuera del terreno como lo hacen en el Brasil y en Java; si se sigue el sistema de siembra tendiendo completamente la estaca, es recomendable no cubrirla con mucha tierra;

k)—Consultando el Almanaque Agrícola de la República Dominicana (1.947:16-17) se encuentra un artículo a manera de información y denominado «Nuevo sistema de plantar la yuca». El principio de este trabajo consiste en que por una casualidad se descubrió que con las siembras a base de «estacas largas» más o menos de 1,20 mts. de largo, se logró triplicar la producción de la yuca y disminuir el costo de limpias y administración. El informe correspondiente fue presentado por la Sociedad de Agricultores de Trinidad y según algunos ensayos, tanto en esta Isla inglesa como también en Cuba (Región de Baragúa) lograron buenos resultados.

**Fines que se persiguen y planeamiento del experimento:** Vistos los anteriores conceptos no se puede llegar a un acuerdo sin tener a la mano algunos datos de trabajos experimentales que definan el problema y permitan deducir cuál o cuáles de los distintos sistemas pueden dar mejores resultados a los agricultores para hacer sus siembras y lograr buenos rendimientos y mayor economía. Por medio de procedimientos técnicos y valiéndonos de fórmulas y tablas especiales que indican cuándo una diferencia es real y cuándo es debida a meras fluctuaciones de azar, podremos ver cuál de los distintos sistemas es mejor con alto grado de probabilidad. El presente trabajo tiene pues como fin primordial dar los resultados obtenidos con las siembras de yuca a base de «Cangre Clavado» y de «Cangre Tendido» (lámina No. 1) y contribuir así a aumentar el acopio de conocimientos sobre el cultivo racional de la yuca en los lugares donde se hace su cultivo con fines comerciales e industriales.

Los casos restantes que hemos enumerado al hacer la revisión de literatura y tales como la influencia de las distancias de siembra sobre el rendimiento unitario de la yuca, el número de pies, semillas o cangres que deben sembrarse por mata, los resultados prácticos de las siembras a base de cangres largos en relación con las siembras comunes que tienen por base el cangre corto y un periodo vegetativo

más o menos largo, se adelantan actualmente en otros campos de experimentación de propiedad de la Federación Nal. de Cafeteros y se publicarán en próximas entregas para poder detallar mejor cada trabajo en sí.

El planeamiento del experimento obedece al sistema denominado «block randomizado» y ejecutado el trabajo en dos regiones distintas aparentemente para lograr el resultado de tres experimentos variando el sitio. Cada tratamiento principal se observó a base de cinco replicaciones dentro de cada block randomizado y los resultados obtenidos los consignamos más adelante con las conclusiones a que dieron lugar.

**Tratamientos experimentales:** Los tratamientos experimentales a que se refiere este trabajo son: 1º) siembras de yuca a base de «Cangres Clavados» y que se ha marcado con la letra «A»; 2º) Siembras de yuca a base de «Cangres Tendidos» y que se representa con la letra «B» (lámina No. 1). Los «cangres o semillas» del tratamiento «A», se cortaron siguiendo el procedimiento común en la mayor parte de las zonas cafeteras de Colombia, esto es, por medio de dos golpes de machete sin apoyar el tallo sobre soportes, e igual cosa se practicó para la preparación de la semilla destinada al tratamiento «B». La semilla para ambos tratamientos se cortó dándole una longitud entre 10 a 15 centímetros y procurando que llevara por lo menos cinco yemas. Toda la semilla para el experimento se seleccionó tomando la parte del tallo comprendida entre la base de la planta y su primera ramificación, mezclando posteriormente los cangres cortados a fin de que en cada block experimental se encuentren cangres de todas las partes del sector del tallo seleccionado. La lámina No. 1 indica claramente la diferencia de posición entre los dos tratamientos «A» y «B» ya que las siembras para el primero de aquellos se efectuaron dándole al cangre la posición inclinada hasta el punto de formar un ángulo de  $45^{\circ}$  a  $60^{\circ}$  con la superficie del suelo y se dejó sobre ésta una yema expuesta o descubierta quedando enterrada la parte restante de la semilla. En cambio se observa que para el tratamiento «B» se dispuso el cangre en posición tendida o acostada y totalmente cubierto con una capa delgada de tierra.

**Sitio y demás características del experimento:** Los tres experimentos se adelantaron en la siguiente forma: dos de ellos en los terrenos del Centro (parte baja) sobre aluviones del río Chinchiná y el otro en la Hacienda Naranjal sobre suelos de «ceniza volcánica» representativos de la zona

cafetera del Quindío en el Departamento de Caldas. La altura sobre el nivel del mar marca 1.380 metros para el sitio donde se ejecutaron los dos primeros experimentos y unos 14.30 metros de altura sobre el nivel del mar para la localidad donde se adelantó el tercer trabajo. La latitud de los dos sitios no se conoce con precisión pero debe estar cerca de 5° norte. La temperatura oscila muchas veces entre 16 y 30° C., siendo quizás más regular para la hacienda Naranjal que para el Centro de Chinchiná.

Los experimentos se adelantaron con base en parcelas rectangulares con capacidad cada una para 30 plantas sembradas en cuadro a 1,20 mts. de distancia. De las 30 plantas quedaron 18 marcando los bordes de descarte y doce para las medidas y cálculos experimentales. El terreno en ambos sitios se preparó siguiendo el sistema de arada, cruce y rastillada. La variedad de «yuca» usada para adelantar los estudios de enraizamiento según la posición del cangre, fue la denominada comunmente «yuca amarilla», «cascarilla», «tempranera o siete cueros» y se cosechó entre los 14 y 15 meses después de la fecha de siembra. De acuerdo con el cultivo de la zona, se mantuvo limpia hasta que la planta inició su primera ramificación normal y luego se dejó enmalezar.

Los trabajos de planeamiento y estudios de primer orden se iniciaron en enero de 1.944 en el Centro de Investigaciones de Café de Chinchiná y tanto en este sitio como posteriormente en la hacienda de Naranjal, se continuaron durante los años de 1.945-1.946 hasta el 8 de julio de 1.947 que marcó la fecha de los últimos registros y observaciones de campo. Las primeras siembras experimentales se efectuaron el 9 de octubre de 1.944 y las últimas en mayo 14 de 1.946. La germinación se registró y anotó un mes después de las siembras de cada experimento y esta observación sirvió para demostrar que tanto en los sistemas de «cangres clavados» como de «cangres tendidos» se logró la misma capacidad de germinación de las semillas y el mismo número de supervivencia al establecer las comparaciones estadísticas.

**Recolección y clasificación de las cosechas:** Dados los fines que se persiguen con el experimento y al llegar la época de la recolección de la cosecha se organizó el trabajo en la siguiente forma:

19)—Determinación del diámetro o calibre del tallo en cada planta y a diez centímetros sobre la superficie del suelo. Este trabajo se practicó empleando un «nonius» que de la lectura en milímetros y décimas de milímetro. Para conseguir

un dato mejor sobre el diámetro de los tallos y dado el caso de que éstos tienen varios nudos, se optó por descortezar el tallo a la altura ya mencionada y tomar la medida sobre el leño. En el orden de croquis experimental para el registro individual por planta se hacía la anotación correspondiente y luego se procedía a extraer todas las raíces con cuidado para no dañarlas ni reventarlas;

2o)—Obtenidas las raíces de cada planta se procedía a lavarlas con agua corriente para eliminar la tierra adherida que presentarían;

3o)—Clasificación de las raíces de cada planta en dos grupos: a) raíces comerciales y b) raíces no comerciales o lo que comunmente se denomina «ripio»;

4o)—Peso en kilos de las raíces comerciales y no comerciales de cada planta;

5o)—Longitud total en metros de las raíces producidas por cada planta en los dos tratamientos experimentales. Para medir la longitud total de las raíces se ingenió un simple aparato de madera con divisiones de centímetro en centímetro y un soporte para darle equilibrio a la serie de raíces colocadas una a continuación de otra;

6o)—Registro de la cantidad de raíces comerciales y no comerciales en cada planta.

NOTA: Las plantas, en su mayoría, se formaron con tallo único o simple, razón por la cual se logró un alto número de datos relacionados con el diámetro de aquéllos.

La producción por parcela experimental, cantidad de raíces etc. se logró agrupando las plantas correspondientes según el tratamiento y el número del block y así se pudo conocer y obtener el rendimiento y demás características por unidad de superficie.

**Presentación de los resultados:** De acuerdo con el registro de las observaciones de campo y la indole del experimento, presentamos en forma de Cuadros los resultados generales obtenidos y adicionamos algunos gráficos y fotografías que ilustran mejor a los interesados en esta clase de trabajos.

1o) **Fotografías:** La lámina No. 2 presenta en su parte superior algunos aspectos de los campos de experimentación y en la parte inferior muestra plantas típicas de las siembras a base de «cangres clavados» y «tendidos» indicando buen sistema de raíces en el primer caso. (No. III) y plantas débiles de raíces (tendidas) en el segundo caso (No. IV).

2o **Rendimiento comercial de la yuca:** El Cuadro No.

1 resume los rendimientos comerciales de la yuca en los dos tratamientos experimentales y los resultados expresan kilogramos de raíces comerciales por hectárea.

### CUADRO No. I

Peso de raíces comerciales  
KG. por HECT.

Tratamientos	Exp. No. I	Exp. No. II	Exp. No. III	Total Tratms.
A—Cangres Clavados	61084,763	25144,850	46114,966	132344,579
B—Cangres Tendidos	58301,607	21934,576	40135,314	120371,497
Tot. Experimentos	119386,370	47079,426	86250,280	252716,076

3o) **Cantidad de raíces Comerciales de yuca:** El Cuadro No. 2 indica la cantidad de raíces comerciales de yuca en los tratamientos experimentales y los resultados expresan cantidad por hectárea cultivada en condiciones similares a las de los campos donde se efectuaron los trabajos.

### CUADRO No. II

Cantidad de raíces comerciales por hectárea

Tratamientos	Exp. No. I	Exp. No. II	Exp. No. III	Tot. Tratms.
A—Cangres Clavados	130615	61587	104643	296845
B—Cangres Tendidos	124002	56352	86594	266948
Tot. Experimentos	254617	117939	191237	563793

4o) **Longitud de las raíces comerciales de yuca:** El Cuadro No. III da idea de la longitud o largo promedio de las raíces comerciales de yuca en los dos tratamientos experimentales y el resultado se da para una raíz comercial promedio en centímetros.

### CUADRO No. III

Longitud en centímetros de una raíz comercial

Tratamientos	Exp. No. I	Exp. No. II	Exp. No. III	Total Tratms.
A—Cangres Clavados	25,77	22,78	26,76	75,31
B—Cangres Tendidos	25,65	22,31	28,30	76,26
Tot. Experimentos	51,42	45,09	55,06	151,57

**5º Raíces NO comerciales (ripios):** El Cuadro No. IV se ha elaborado con el fin de presentar la proporción de raíces no comerciales o rípios en los tres experimentos y los resultados expresan kilogramos por hectárea.

#### CUADRO No. 4

##### Peso de raíces no comerciales KG. por HCT.

Tratamientos	Exp. No. I	Exp. No. II	Exp. No. III	Total Tratms.
A—Cangres Clavados	923,126	1990,921	2238,925	5152,972
B—Cangres Tendidos	964,460	1818,696	2480,040	5263,196
Tot. Experimentos	1887,586	3809,617	4718,965	10416,168

**6º Correlación entre "Peso de las raíces comerciales" y "Diámetro de los tallos":** Con el propósito de ver si entre estas dos características existe alguna relación cuantitativa, se tomaron los diámetros de los tallos a diez centímetros sobre la superficie del suelo y el peso de las raíces comerciales correspondiente a la planta calibrada para establecer el cálculo del coeficiente de correlación «r» y el cálculo del coeficiente «n» (eta) en los casos necesarios. Los valores obtenidos se sometieron a la prueba de significancia y el Cuadro No. 5 muestra los resultados conseguidos sobre un determinado número de observaciones que en todos los casos sobrepasan el límite requerido para esta clase de cálculos estadísticos.

#### CUADRO No. V

EXPERIMENTOS	"r"	n (eta)	Mx. Kg.	My mm	Pares de Observaciones
1er. Exp. A--Cangres Clav.	+0,50	---	9,200	34,5	60
B--Cangres Tend.	+0,74	---	8,543	32,8	60
II Exp. A--Cangres Clav.	+0,76	---	3,721	26,2	57
B--Cangres Tend.	+0,81	0,86	3,570	27,4	55
III-Exp. A--Cangres Clav.	+0,58	---	5,578	31,5	32
B--Cangres Tend.	+0,33	---	5,400	32,2	33

La lámina No. III que elaboramos con los resultados y datos obtenidos para el trabajo de correlación muestra la agrupación de las distintas observaciones, el ángulo que forman entre si las líneas de regresión según el valor del

coeficiente de correlación y el valor promedio de X (peso de las raíces) y de Y (diámetro de los tallos).

En vista de que los datos anteriores sugieren la idea de que debe aumentarse el número de «pares de observaciones» a fin de atenuar un poco los efectos de las variaciones debidas al azar, se optó por agrupar los datos en dos series así: Serie «A» para establecer la correlación entre «peso de las raíces» y «diámetro de los tallos» en los casos de siembras de yuca a base de «cangres clavados» y sobre un total de 143 pares de observaciones; Serie «B» para establecer la correlación entre «peso y diámetro» cuando las siembras se efectuaron por el sistema de «cangres tendidos» y sobre un total de 137 pares de observaciones. Los resultados obtenidos en este caso los presentamos en el Cuadro No. VI.

**CUADRO No. VI**

SERIES	"r"	n (eta)	Mx Kg.	MY mm	Pares de Observ.
Cangres clavados: «A»	+ 0,718	0,718	6,180	30,7	143
Cangres tendidos: «B»	+ 0,70	0,73	5,782	30,2	137

La lámina No. IV que se confeccionó con los datos observados muestra los dos tipos de correlación que se presentaron según la agrupación de los puntos y confirmadas por el cálculo estadístico en cada caso. Para mayor claridad de la representación gráfica hemos trazado además las líneas de regresión para el caso de los «Cangres clavados» y una línea curva del tipo  $Y = a + bX + cX^2$  en el caso de los «Cangres tendidos», pues las observaciones tienden a agruparse alrededor de ella.

**Análisis estadístico de los resultados:** El «analysis of variance» practicado con los resultados de los experimentos en block randomizado y los trabajos de correlación verificados nos permiten hacer los siguientes comentarios:

1) **Rendimiento comercial de la yuca:** a) Diferencia estadísticamente significativa para el 5% entre los dos tratamientos de cangres clavados y cangres tendidos en cuanto se refiere al peso en ks. de las raíces comerciales de yuca. Por esta razón las siembras de yuca a base de «cangres clavados» dieron mayor producción de raíces comerciales por unidad de superficie que las siembras de yuca a base de «cangres tendidos»;

b) Como la interacción de «cosechas x posición del

cangre» no fue significativa, se concluyó que no sólo en uno sino en los tres experimentos, se cumplió el hecho de que las siembras de cangres clavados dieron mayor rendimiento de raíces comerciales de yuca que las siembras a base de cangres tendidos;

c) Las tres cosechas fueron distintas en cuanto al peso de raíces comerciales de yuca y las condiciones de la localidad en el Centro de Chinchiná fueron superiores a las de la hacienda Naranjal, pues la diferencia entre los dos experimentos No. I y No. III fue no sólo significativa sino altamente significativa. Los rendimientos del II experimento verificado en el mismo sitio del primero y sin rotación de cultivos marcó la diferencia entre las dos posiciones del cangre pero rindió menos, estadísticamente, que los experimentos I y III (Cuadro No. I). Los tres experimentos se combinaron en un análisis, pues los errores de las «variancias» no difirieron extremadamente.

**2º Cantidad de raíces comerciales de yuca:** Diferencia no sólo estadísticamente significativa, sino altamente significativa, entre el número de raíces comerciales de yuca rendidas por los dos sistemas distintos de siembras según la posición de los «cangres». Por esta razón se sacó en claro que las siembras de yuca a base de cangres clavados dieron muchas más raíces comerciales que las siembras a base de Cangres tendidos;

b) Como la interacción de «cosechas x posición del cangre» no fue significativa, se concluyó que el hecho anteriormente anotado se registró no sólo en uno de los experimentos sino en los tres que se efectuaron en los distintos sitios;

c) Las tres cosechas fueron distintas en cuanto a la cantidad de raíces comerciales de yuca y por medio del cálculo del error standard del experimento se encontró que para el Experimento No. I del Centro de Chinchiná hubo una mayor cantidad de raíces comerciales que para el desarrollado en la hacienda Naranjal. Las comparaciones verificadas entre los Experimentos Nos. II y III indicaron superioridad del III sobre el II, pues éste se efectuó en el mismo terreno del I y sin rotación del cultivo ya que el fin perseguido con el trabajo no era medir el mayor rendimiento sino ver si al hacer las siembras de yuca variando la posición del cangre se obtenía un mejor sistema para las siembras en lo futuro.

Se observa claramente que los análisis estadísticos verificados para «peso» y «cantidad» de raíces comerciales die-

ron exactamente los mismos resultados para estas dos características.

### 3º Longitud de las raíces comerciales de la yuca:

En contra de la creencia general que se tiene sobre el hecho de que las raíces comerciales de la yuca son de mayor longitud cuando las siembras se practican por el sistema de «cangres tendidos» que cuando se practican por el sistema de «cangres clavados», el experimento que narramos mostró igualdad estadística, no sólo en uno sino en los tres trabajos para el largo individual de las raíces y por lo tanto no encontramos mayor largo al comparar los promedios obtenidos entre dos raíces provenientes de plantas sembradas por los dos sistemas diferentes de colocar los cangres. Por esta razón las diferencias que se notaron en algunas raíces fueron ocasionales y de acuerdo con las condiciones especiales en que se adelantó nuestra investigación, llegamos a la conclusión de que dichas diferencias no fueron reales.

4º Raíces NO comerciales (ripios): El análisis estadístico de los datos del «ripio», esto es, de aquella parte que generalmente se queda en la fincas por no tener mayor valor en los mercados consumidores, permite ver lo siguiente:

a) Diferencias significativas y altamente significativas entre las cosechas. El cálculo del error standard mostró que en el tercer experimento desarrollado en la hacienda Naranja hubo la mayor cantidad de «ripios» o raíces no comerciales indicando con esto que los otros dos experimentos del Centro de Chinchiná dieron menor cantidad de ripios en términos generales; de los dos experimentos restantes se sacó la conclusión que el primero dio menor proporción de ripios que el segundo y así en su orden, de mayor a menor cantidad, se hizo la siguiente clasificación: «Tercero», «segundo» y «primero».

b) La posición del cangre no influyó sobre la mayor o menor cantidad de «ripios» y en los tres experimentos se notó que las siembras a base de cangres clavados dieron la misma cantidad de «ripios» que las siembras a base de cangres tendidos en cada localidad considerada independientemente de las otras.

5º Correlación entre "peso de las raíces" y "diámetro de los tallos": Con estas observaciones o registro individual por planta se efectuaron los cálculos para coeficientes de correlación («r») y además se calculó el coeficiente «n» (eta) para correlaciones no lineales estableciendo en cada caso la comparación estadística entre las dos para de-

finir el tipo de correlación (láminas III y IV). El análisis estadístico en este sentido se efectuó tomando primero y separadamente los pares de observaciones en cada uno de los experimentos, y por tratamientos experimentales, y la lámina No. III indica los resultados de este trabajo. Por otro lado se hizo la prueba significativa de los distintos coeficientes y resultó lo siguiente: a) Experimento No. I (Cangres clavados) «r» = +0,50 Sig. y alt. signif. (correl. lineal).

b) Exp. No. 2 (cangres tendidos); «r» = +0,74 signif. y alt. signific. (correl. lineal).

c) Exp. No. 2 (cangres clavados); «r» = +0,76 sig. y alt. signif. (correl. lineal).

d) Exp. No. 2 (cangres tendidos); «r» = +0,81; «n» (eta) 0,86 (correl curvilínea)).

e) Exp. 3 (cangres clavados); «r» = +0,58 sig. y alt. sig. (correl lineal).

f) Exp. No. 3 (cangres tendidos); «r» = +0,33 no significativo.

Estos resultados dejan ver la necesidad de establecer con más claridad la diferencia en la correlación, pues observamos que para los sistemas de cangres clavados siempre se presentó una correlación típicamente lineal y su coeficiente marcó siempre significancia y alta significancia; pero en los casos de las siembras a base de cangres tendidos se presentaron tres casos distintos, esto es, un caso de correlación lineal sobre 60 pares de observaciones, un caso de correlación curvilínea sobre 55 pares de observaciones y un caso en que no hubo correlación sobre 33 pares de observaciones. En este caso y como se dijo más atrás, se optó por tomar un mayor número de pares de observaciones tanto en el caso de siembras clavadas como en el caso de siembras tendidas para atenuar los efectos de las variaciones debidas al azar y otras causas incontrolables y por esta razón se calcularon nuevamente los coeficientes «r» y «n» (eta) sobre 143 pares de observaciones para las siembras clavadas y sobre 137 pares de observaciones para las siembras tendidas y se encontró lo siguiente (lámina No. IV):

a) **Cangres clavados:** «r» = + 0,718; «n» (eta) = 0,718, correlación típicamente lineal y coeficiente «r» significativo y altamente significativo;

b) **Cangres tendidos:** «r» = + 0,70; «n» (eta) = 0,73, correlación típicamente curvilínea. (Véase lámina No. 4).

## RESUMEN

1o—Se practicó la revisión de literatura encontrada en la Biblioteca y acerca de yuca, *Manihot dulcis* (G. F. Milld) M. y sus sistemas de cultivo.

2o—Se desarrollaron tres experimentos de campo en dos localidades y planeados en blocks randomizados para dos tratamientos y cinco replicaciones en cada uno.

3o—Los dos tratamientos o sistemas de cultivar la yuca fueron: siembras a base de «cangres clavados» y siembras a base de «cangres tendidos».

4o—Las siembras experimentales se efectuaron a 1.20 mts. de distancia en cuadro y se marcaron parcelas rectangulares para 30 plantas en total, dando así doce en tres columnas de cuatro hileras cada una para cálculos experimentales y las 18 restantes en bordes de descarte. La diferencia de fertilidad del suelo se controló por medio de blocks de igual fertilidad dentro de sí y con las cinco replicaciones en cada campo experimental.

5o—Se practicó la recolección individual por planta y las raíces se clasificaron en dos grupos: raíces comerciales y raíces no comerciales. El producto de cada planta fue pesado, contado y medido. Además se tomó el diámetro de los tallos a diez centímetros sobre la superficie del suelo para establecer la correlación entre «peso de raíces» y «espesor o grueso» de los tallos.

6o—Los resultados de los tres experimentos de campo se presentaron por medio de cuadros, fotografías y gráficos representativos para ilustrar mejor la publicación.

7o—Se practicaron los distintos «analysis of variance» y se sacó la prueba de significancia para establecer las comparaciones. Además se calcularon los coeficientes de correlación lineal y curvilínea, se anotó su diferencia y su grado de significancia.

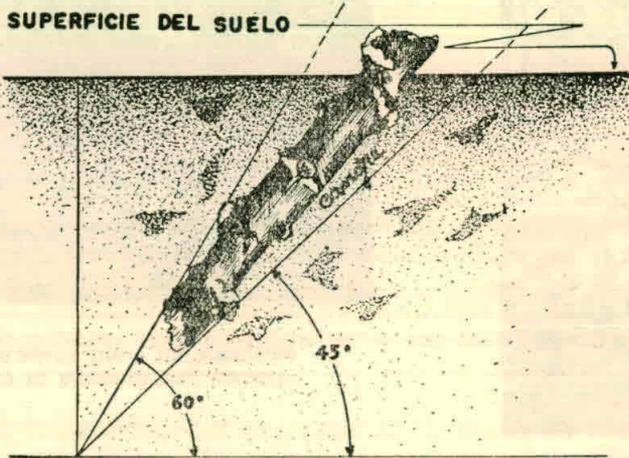
## CONCLUSIONES

1a.—En la mayor parte de lo que interesa al agricultor, se mostraron distintos los dos sistemas de cultivar la yuca.

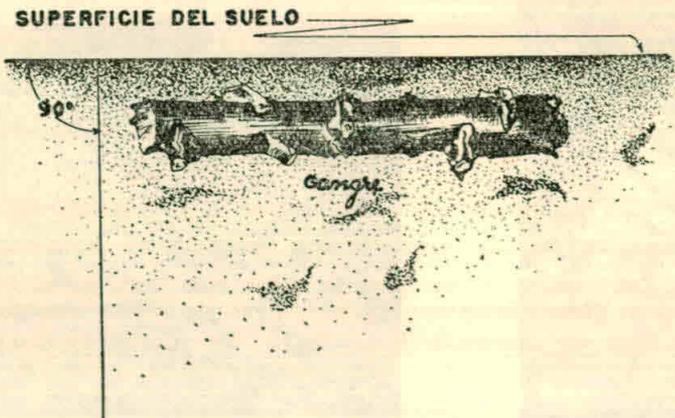
2a.—No sólo en uno sino en los tres trabajos, se logró mayor peso de raíces comerciales de yuca cuando se practicaron las siembras a base de «cangres clavados» que cuando se hicieron a base de «cangres tendidos».

LAMINA NUMERO 1

POSICIONES DEL "CANGRE" O SEMILLAS



TRATAMIENTO "A" - CANGRES CLAVADOS

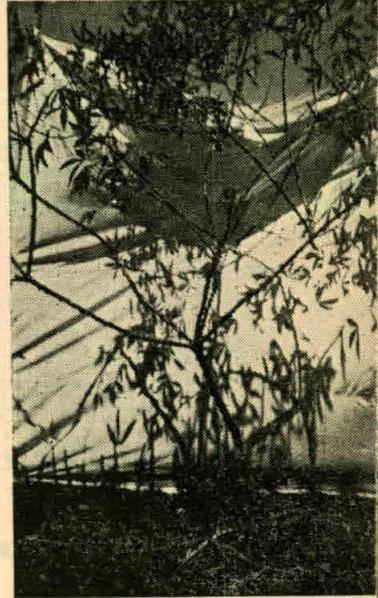


TRATAMIENTO "B" - CANGRES TENDIDOS

No. I



Sistemas comparativos para las siembras de «yuca» según la posición del cangre.



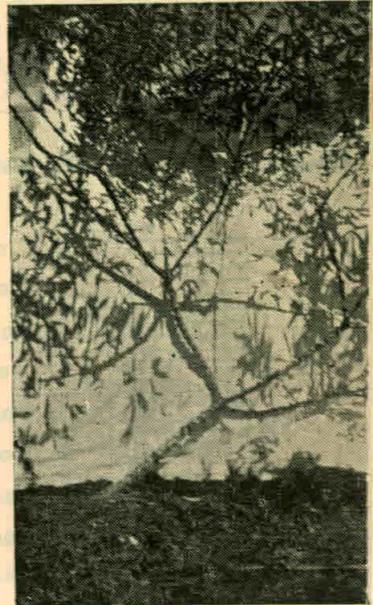
Planta de «yuca» proveniente de siembras a base de «cangres» (Buen anclaje)

No. II



Vista parcial del campo de Experimentación No. II

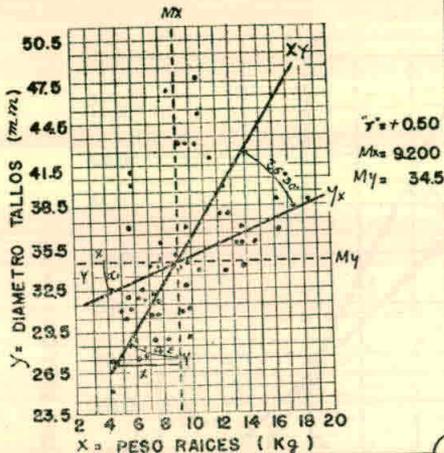
No. IV



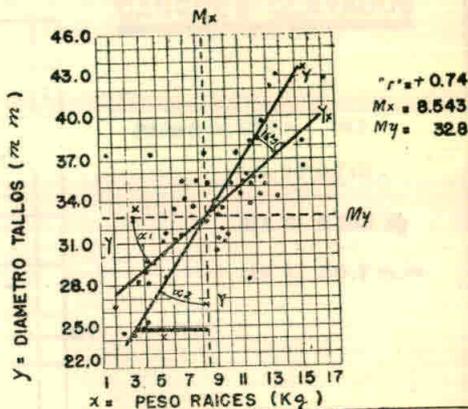
Planta de «yuca» proveniente de bras a base de «cangres» ten (Mal anclaje)

DIAGRAMAS DE CORRELACION Y LINEAS DE REGRESION

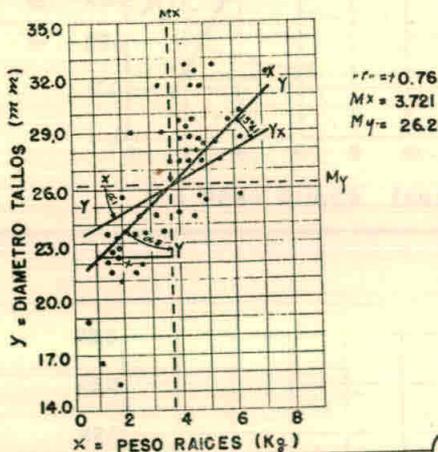
EXPERIMENTO N° I — CANGRES CLAV.



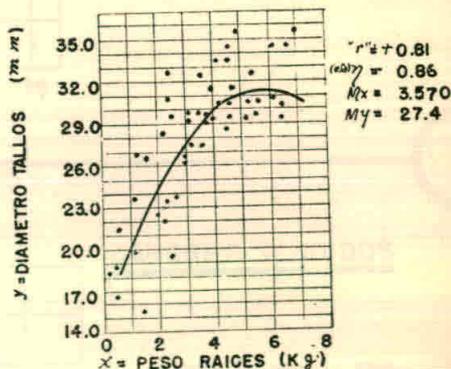
EXPERIMENTO N° I — CANGRES TENDIDOS



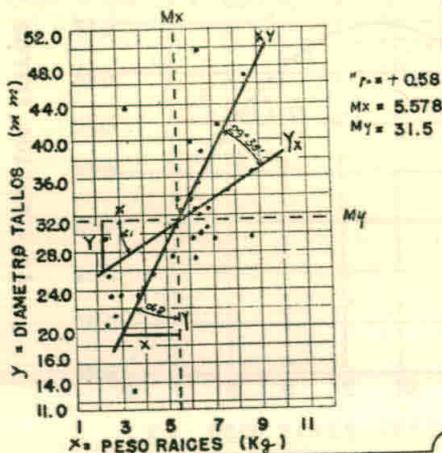
EXPERIMENTO N° II — CANGRES CLAVADOS



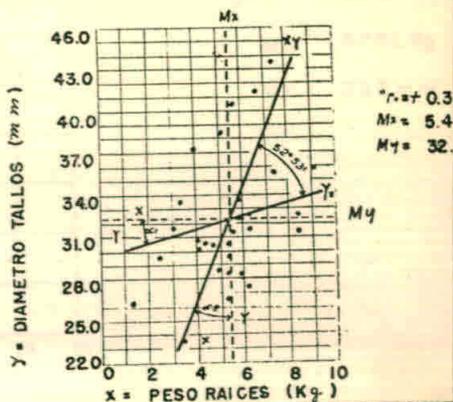
EXPERIMENTO N° II — CANGRES TENDIDOS



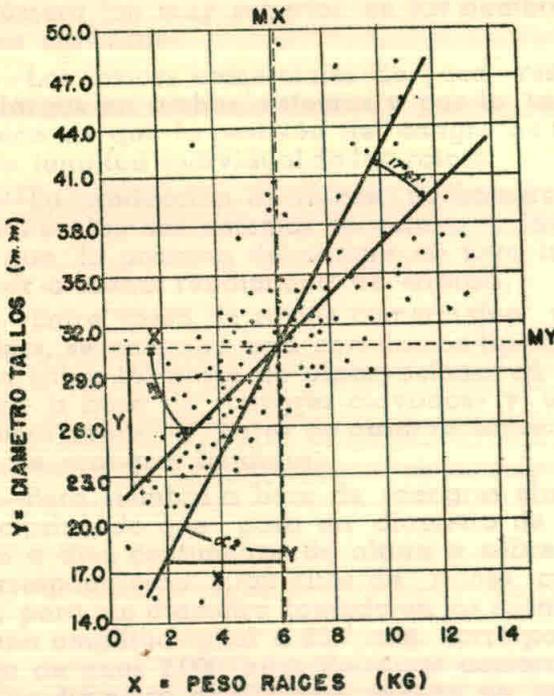
EXPERIMENTO N° III — CANGRES CLAVADOS



EXPERIMENTO N° III — CANGRES TENDIDOS



CANGRES CLAVADOS



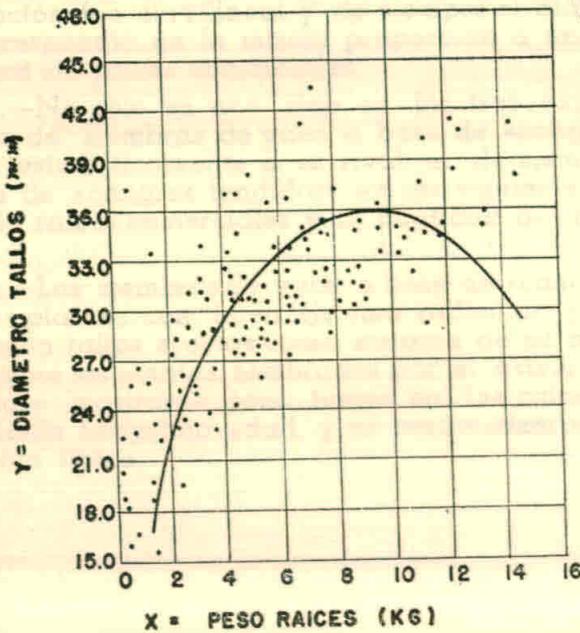
PARES DE OBS = 143

$r_{xy} = +0.718$

MX = 6.180 Kg

MY = 30.7 mm.

CANGRES TENDIDOS



PARES DE OBS = 137

$r_{xy} = +0.70$

$\eta(\text{obs}) = 0.73$

MX = 5.782 Kg

MY = 30.2 mm.

3a.—Igual cosa ocurrió al contar las raíces comerciales cuyo número fue muy superior en las siembras a base de «cangres clavados».

4a.—Las raíces comerciales de yuca resultaron igualmente largas en ambos sistemas y por lo tanto se sacó la conclusión de que la posición del cangre no tuvo influencia sobre la longitud individual de las raíces.

5a.—La producción de raíces no comerciales, «ripios», fue igual en los dos sistemas de cultivo y los cálculos mostraron que la posición del cangre no tuvo influencia sobre el mayor o menor rendimiento de «ripios».

6a.—Entre «peso de raíces comerciales» y «diámetro de los tallos», se encontró una correlación típicamente lineal y positiva sobre 143 pares de observaciones en los sistemas de siembras a base de «cangres clavados» y una correlación curvilínea sobre 137 pares de observaciones en los sistemas a base de «cangres tendidos».

7a.—Para siembra a base de «cangres clavados» se sacó la conclusión de que para un diámetro de 30,7 milímetros tomado a diez centímetros de altura y sobre el leño del tallo, correspondieron 5,782 kilos de raíces comerciales por planta; para un diámetro tomado en las mismas condiciones y de una amplitud igual a 20,7 mm. correspondió una producción de unos 2,000 kilos de raíces comerciales por mata y para un diámetro de 40,7 mm. se tuvo un peso de cerca de 10,000 kg. de raíces comerciales de yuca.

Para las siembras a base de «cangres tendidos» no se logró sacar la conclusión anterior por el hecho de que la correlación fue curvilínea y no siempre el diámetro del tallo correspondió en la misma proporción a una producción standard de raíces comerciales.

8a.—No sólo en uno sino en los tres experimentos, el sistema de siembras de yuca a base de «cangres clavados» superó estadísticamente a su rival, el de siembras de yuca a base de «cangres tendidos» en las siguientes medidas: a) peso de raíces comerciales y b) cantidad de raíces comerciales.

9a.—Las siembras de yuca a base de «cangres clavados» dieron plantas con buen sistema radicular y por lo tanto mostraron tallos erectos como sintoma de su buen anclaje; en cambio las plantas sembradas por el sistema de «cangres tendidos» mostraron poca fuerza en las raíces, muchas de ellas desde temprana edad, y se caracterizaron por un volcamiento típico.

10.—Tomando como índice el producto total de las dos cosechas en suelos descansados para las localidades del Centro de Chinchiná y de la hacienda Naranjal, se encontró que la primera fue superior a la segunda. Además pudo verse la necesidad de cultivar la yuca por el sistema de «rotación de cultivos», pues la repetición del segundo experimento en el mismo sitio del primero, mostró una cosecha mucho más pobre en raíces comerciales que la lograda en aquél.

11.—La cantidad de raíces no comerciales, «ripios», encontrada en los trabajos de la hacienda Naranjal fue superior a la encontrada en los del Centro de Chinchiná.

12.—Con base en los resultados obtenidos, la diferencia de raíces comerciales por hectárea entre los dos sistemas de siembras, clavadas y tendidas, fue de 3991,027 kilos los que a razón de \$ 0,50 la arroba (una arroba 12,5 kilos) valen a \$ 159,50 y representan las ganancias logradas con el solo hecho de practicar las siembras a base de «cangres clavados». El experimento mostró, con base en el peso, que esto fue cierto en el 95% de los casos.

13.—Las mismas conclusiones anteriores muestran que para los fines de explotación comercial, fueron superiores las siembras a base de «cangres clavados» que las siembras a base de «cangres tendidos».

14.—Con el presente trabajo quedaron bastante amplias las diferencias entre los dos sistemas para cultivar la yuca y se aclararon además las discrepancias encontradas al revisar la literatura sobre el asunto.

### AGRADECIMIENTOS

El autor se complace en dar los agradecimientos especiales a la Federación Nacional de Cafeteros y sus representantes técnicos Ingenieros Agrónomos Ramón Mejía F. y Emilio Latorre H. por sus valiosas sugerencias y permiso para adelantar los trabajos. Debidos agradecimientos a los ingenieros Agrónomos Luis Molina B., Jesús M. Villa V. y José V. Triana, Administrador del Centro el primero y Auxiliares de Genética y Agronomía respectivamente los segundos, por la ayuda en las labores de campo, defensa de los lotes de experimentación y recolección de las cosechas. Se hace notorio el reconocimiento al personal de la Campaña de Defensa y Restauración de Suelos por las sugerencias hechas en materia de títulos para la lámina N.º. I y los servicios prestados por el dibujante de ella, señor Guillermo Combari-

za H., quien les puso arte y elegancia para mejorar su presentación. El autor de las gracias a los Ingenieros Agrónomos Rafael E. Pontis V. y Nelson Delgado, Fitopatólogo y Entomólogo respectivamente, del Centro Nal. de Inv. de Café, por su ayuda en la presentación de los párrafos relacionados con la revisión de literatura, y deja constancia del servicio prestado por el señor Director de la Escuela de Prácticos Cafeteros, señor D. José Botero N., el que con sus estudiantes de los años 1.945 a 1.947 prestó grandes servicios en la recolección, clasificación y medida de las raíces. Fueron notorios los servicios prestados por D. Enrique Londoño J., del Laboratorio de Química a quien correspondió el trazado y siembra de los campos de Experimentación Nos. II y III durante nuestra permanencia en Trinidad, Puerto Rico y Santo Domingo; por esta atención le reconocemos nuestros agradecimientos. El autor repite las gracias al personal citado y en general a todos aquellos que en una u otra forma le prestaron ayuda y colaboración en el desarrollo de los trabajos y presentación del presente estudio.

## BIBLIOGRAFIA

- ALMANAQUE CREDITARIO (Bogotá, Col.) PARA ZONAS CALIDAS.—15, 1.944
- ALMANAQUE AGRICOLA DE LA SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUARIA Y DE COLONIZACION (República Dominicana). 16-17, 1947.
- CONDE THILLET, MARIO L., EL CULTIVO DE LA YUCA. Rev. de AGRICULTURA, INDUSTRIA Y COMERCIO DE PUERTO RICO.—35: 168, 1944.
- E. FRANCOIS.—LE MANIOC. SA PRODUCTION ET SON UTILIZATION, Rev. Bot. Appl. 18: 533—73 y 682—707, 1938.
- FISCHER, R. A.—THE DESIGN OF EXPERIMENTS-48-67. 1942.
- HEYNE, K. Director del Museo de Economía Botánica de Buitenzor (Java). MANIHOT UTILISSIMA, Rev. AGRICULTURA de BOGOTA 8: 26, 1936.
- LOVE, H. H.—EXPERIMENTAL METHODS IN AGRICULTURAL RESEARCH. 79—93. 1943.
- M. FERNANDO, AND JAYASUNDERA (633-682).—CULTURAL EXPERIMENTS WITH CASSAVA (MANIHOT UTILISSIMA POHL) I. ANURADHAPURA. TROP. AGRICULTURIST. 98: 3: 3—8, 1942.
- MEJIA FRANCO RAMON —EL CULTIVO DE LA YUCA Y SU EXPLOTACION INDUSTRIAL. Rev. AGRICULTURA TROPICAL DE COLOMBIA. AÑO II: 19 1946.
- OSPINA, TULIO-a AGRICULTURA COLOMBIANA. NOTAS DE UN CURSO DICTADO EN LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA 92, 1913.
- PATERSON, D. D. STATISTICAL TECHNIQUE IN AGRICULTURAL RESEARCH. 189—196. 1939.
- S. NORMANHA, ADGAR e J. BOOK OLAVO—ENSAIOS DE VARIEDADES DE MANDIOCA NA ESTACAO EXPERIMENTAL DE UBATUBA. Rev. BRAGANTIA (Bol. Tech. de Experimentacao e Pesquisas) DEL INSTITUTO AGRONOMICO 2: 521, 1942.
- TUCCO, SIXTO E., ANALISIS ESTADISTICO. 203—211, 1944.
- TH. UPHOF. J. C.—EL CULTIVO DE LA YUCA EN JAVA. Rev. LA HACIENDA. 6: 266—1944.
- TERREROS, JOSE MIGUEL—EL CULTIVO Y UTILIZACION DE LA YUCA. Rev. AGRICULTURA Y GANADERIA DE LA SECRETARIA DE AGRICULTURA Y FOMENTO (Cali. Col.) Año 1: 2: 7—8, 1942.