

18 473

# GERMOPLASMA BASICO Y MEJORADO DE YUCA DISPONIBLE EN EL CIAT Y SU MANEJO POR LOS PROGRAMAS NACIONALES DE YUCA

---

Clair D. Hershey

Fitomejorador, Programa de Yuca, CIAT, Cali, Colombia

## Resumen

El germoplasma, tanto básico como mejorado, es uno de los principales componentes de la tecnología que ofrece al mundo el Programa de Yuca del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Para que ese germoplasma pueda causar un impacto en la productividad del cultivo, es necesario que llegue a manos del agricultor y para ello, es indispensable la existencia de un programa nacional de mejoramiento —o simplemente de selección— de acuerdo con las necesidades del país que recibe el material genético.

Es también de suma importancia el interés demostrado por el gobierno y por la empresa privada además del que manifieste el

personal científico, pues no podría existir este último interés sin el primero. Satisfecho este requisito, lo que ejerce, en tercer lugar, mayor efecto en un programa de fitomejoramiento es su continuidad, tanto administrativa como respecto a la estabilidad del personal encargado de la selección del material genético de yuca.

El Programa de Yuca del CIAT dispone, para enviarlas a los países que las soliciten, de cuatro formas de germoplasma.

1. Material básico en forma de cultivo *in vitro* de tejidos meristemáticos, que se envía a programas avanzados con recursos humanos capacitados para hacer y evaluar cruzamientos.
2. Híbridos de cruzamientos ampliamente evaluados en diferentes condiciones edafoclimáticas de Colombia, que se seleccionan para cada país de acuerdo con sus necesidades. Este material también se envía como cultivo *in vitro*, y preferiblemente a programas que no pueden hacer los cruzamientos específicos.
3. Cruzamientos dirigidos o controlados, material que se envía en forma de semilla sexual principalmente, a programas avanzados que puedan manejar poblaciones segregantes.
4. Cruzamientos de polinización abierta —también conocidos como policruzamientos— que se envían en forma de semilla sexual a programas avanzados. A diferencia de los cruzamientos dirigidos, éstos tienen un padre común ampliamente probado en las condiciones ambientales para las cuales se solicita el cruce en algún país.

## **Introducción**

Uno de los principales componentes de la tecnología ofrecida por el CIAT es el germoplasma básico y mejorado. Este germoplasma se distribuye según la demanda y el interés de los programas nacionales y según su estado de desarrollo. El propósito de este trabajo es describir brevemente las diferentes formas de germoplasma disponible en el CIAT y el manejo e infraestructura requeridos para cada una de ellas. Se hace mayor énfasis en el manejo de la semilla sexual, por ser el aspecto más desconocido —y con más potencial para el futuro— en el mejoramiento de la yuca.

## **Germoplasma disponible en el CIAT**

El germoplasma de yuca se puede clasificar respecto a su forma de propagación (vegetativa o por semilla sexual) y a su estado de desarrollo medido por su manipulación genética y su selección.

## **Material vegetativo**

**Material básico.** El material básico del germoplasma es, principalmente, la colección de variedades primitivas, locales o regionales, halladas en fincas de agricultores. Es un banco o fuente de diversidad amplia respecto a casi todas las principales características de la yuca. Actualmente, consta de 2676 accesiones procedentes de 15 países (Cuadro 1).

El banco de germoplasma del CIAT ha sido evaluado, en su mayor parte, en diferentes zonas edafoclimáticas de Colombia; aunque posee gran variabilidad, se puede generalizar sobre algunas de sus principales características:

- a. El potencial de rendimiento de casi todas las accesiones es débil y se manifiesta principalmente, en un bajo índice de cosecha considerado éste como la relación del peso de las raíces sobre el peso total de la planta.
- b. La frecuencia de accesiones con alto nivel de resistencia a una enfermedad o insecto dado es generalmente baja, y la frecuencia de clones con alta resistencia a todas las enfermedades o insectos de importancia potencial en una región, es más baja aún.
- c. Aunque la yuca, como especie, se adapta bien a un amplio rango de condiciones edafoclimáticas, el rango de adaptación de una accesión dada parece ser limitado.

En resumen, la mayoría de las accesiones del germoplasma de yuca parecen estar adaptadas a las condiciones de agricultura primitiva donde fueron seleccionadas, pero no responden a prácticas culturales que creen mejores condiciones. Sin embargo, hay importantes excepciones. Por con-

siguiente, el germoplasma básico es más útil como fuente de genes de un programa de cruzamiento y selección. Además, las accesiones más escogidas pueden servir directamente como nuevas variedades. El germoplasma básico se mantiene en forma vegetativa y se puede entregar a los programas nacionales como plántulas *in vitro*.

Cuadro 1. Origen del germoplasma de yuca del CIAT y número de accesiones mantenidas en ese Centro.

País de origen	Accesiones de yuca en CIAT (no.)
Colombia	1759
Venezuela	253
Brasil	183
Perú	150
Ecuador	125
Cuba	73
México	65
Panamá	21
Puerto Rico	16
Costa Rica	16
República Dominicana	5
Paraguay	3
Bolivia	3
Malaysia	3
Tailandia	1
Total	2676

En términos de la utilidad que brinda a los programas nacionales, el germoplasma básico se puede clasificar en dos categorías. La primera comprende aquellos clones seleccionados, en las condiciones de Colombia, por su comportamiento superior respecto a rendimiento, calidad de raíces, resistencia, y precocidad, entre otros caracteres. Estos clones podrían considerarse como promisorios y ser utilizados directamente como nuevas variedades en un programa nacional, después de una evaluación apropiada.

La segunda categoría contiene clones seleccionados, no por un extraordinario comportamiento general, sino por las características valiosas que posean para un programa de hibridación. Se justifica introducir estos clones únicamente cuando el programa nacional está en capacidad de hacer hibridaciones.

**Híbridos seleccionados.** Son clones ampliamente probados en diferentes condiciones edafoclimáticas. Estos híbridos, seleccionados por el CIAT,

son más apropiados para programas que no se hallan en condiciones de hacer sus propios cruzamientos, y están interesados en recibir material avanzado. Un programa nacional debe seleccionar las líneas o híbridos del CIAT de acuerdo con su comportamiento en condiciones similares a las de Colombia. Tanto los híbridos como el material básico del banco de germoplasma se pueden introducir como plántulas *in vitro*.

### **Semilla sexual**

Aunque la forma tradicional de propagación de yuca es su material vegetativo, muchos clones producen semilla sexual. Debido a la heterociguidad de todo clon de yuca, siempre hay segregación en la descendencia o progenie. Cada planta procedente de semilla es genéticamente distinta a los otros descendientes. Por tal razón, la propagación sexual en la yuca no sirve como método de multiplicación comercial, sino como medio de selección en un programa de fitomejoramiento.

El germoplasma de yuca disponible en forma de semilla sexual en el CIAT se puede clasificar en tres grupos, basándose en el nivel de selección de los padres y en la forma de polinización:

**Material básico.** En el CIAT se está recolectando semilla sexual de todos los clones del banco de germoplasma, como también de los clones progenitores; esta semilla sirve como fuente de genes básicos para un programa de fitomejoramiento. Sin embargo, la utilidad de estas semillas es limitada; en primer lugar, las semillas son el resultado de una polinización abierta donde no se conoce la fuente del polen, y en segundo lugar, como las semillas se recolectan en una parcela de varias plantas del mismo clon, hay una alta probabilidad de autofecundación que resulta en una drástica disminución del vigor de las progenies.

En general, el material básico en forma de semilla sexual contribuye a ampliar la base del germoplasma en un programa de mejoramiento pero se cree que la frecuencia de progenies promisorias, resultantes directamente de tal material, sería más bien baja.

**Cruzamientos controlados.** En el CIAT se seleccionan los clones de yuca según su comportamiento en las diferentes zonas edafoclimáticas de Colombia, y según su supuesto comportamiento en el país interesado en ellos.

Por otro lado, los programas nacionales pueden seleccionar los padres conforme a su propio criterio, y el CIAT los cruza para luego enviar la semilla al país interesado. Se espera que algunas de las progenies contengan las características favorables de ambos padres. En estos cruzamientos controlados, no hay posibilidad ni de autofecundaciones ni de disminución del vigor.

**Cruzamientos de polinización abierta (policruzamientos).** Las semillas de un policruzamiento se diferencian de las del material básico por la forma de siembra y por la selección de sus padres. En el policruzamiento se selecciona un grupo de padres y se siembran en forma tal que se pueda maximizar la interpolinización entre clones distintos. Las progenies tienen entonces un padre conocido, ya que el polen proviene de un grupo de otros clones seleccionados. Aunque existe la posibilidad de autofecundaciones, se ha minimizado por la forma de siembra en parcelas pequeñas. El uso de los llamados machos estériles contribuye también a evitar la autopolinización.

### **Alternativas de introducción del germoplasma de yuca: sus pros y contras**

Cada forma de introducción de germoplasma tiene sus ventajas y desventajas y hay que considerarlas bien antes de tomar la decisión de introducir material genético en una región.

#### **Material vegetativo: plántulas *in vitro***

Ventajas:

- El material enviado en forma clonal lleva normalmente información básica acerca de las evaluaciones hechas por el CIAT en Colombia. De esta manera, el país interesado puede determinar con alguna confianza qué material podría ser de utilidad y en qué zonas se adaptaría.
- Por el método del cultivo *in vitro* se elimina virtualmente la posibilidad de transferir ácaros o insectos y se reduce drásticamente el riesgo de introducir enfermedades.

Desventajas:

- El costo y el trabajo requeridos para enviar o recibir germoplasma *in vitro* es relativamente alto y la variabilidad que se puede introducir, en términos del número de genotipos distintos, es más bien limitada. La posibilidad, pues, de seleccionar un buen material para las condiciones específicas locales es también escasa.
- Para recibir y propagar materiales como cultivos *in vitro* se requiere un mínimo de capacitación y equipos de laboratorio. Aunque estos requisitos no exigen un alto nivel de sofisticación, pueden ser factores limitativos en algunos casos.
- La propagación de un material recibido *in vitro* demora más de lo normal para llegar al estado de evaluación agronómica, debido a la tasa de crecimiento, más lenta en los primeros meses, de las plantas procedentes de meristemas.

## Semilla sexual

### Ventajas:

- Con la semilla sexual se puede recibir fácilmente una amplia diversidad genética. Cada semilla representa un genotipo distinto y potencialmente, una nueva variedad. Por lo tanto, la posibilidad de selección para condiciones específicas de una región es mucho más alta.

- Es fácil enviar semillas y es escasa la pérdida de variabilidad durante el tiempo normal de duración del envío. Las semillas se pueden guardar durante varios años, si se desea, a temperatura y humedad relativamente bajas.

- Aparentemente, pocas enfermedades se transmiten por la semilla sexual de la yuca. El agente causal del añublo bacterial se puede transmitir por semillas pero su recolección en campos libres del patógeno puede eludir cualquier posibilidad de contaminación. Los insectos se eliminan con insecticidas.

### Desventajas:

- La heterocigocidad de todos los clones existentes de la yuca hace que las semillas resultantes de cualquier cruzamiento sean genéticamente distintas entre ellas y distintas de ambos padres. Por tal razón, cualquier planta que provenga de semilla sexual no puede llevar un paquete de información básica (base de datos) como en el caso del material de propagación vegetativa.

- Para manejar semillas de yuca se precisa de personal capacitado en su siembra y en hacer evaluaciones y selecciones durante varios ciclos de cultivo para obtener al final algunas variedades mejoradas.

## Manejo del germoplasma en posentrada

La primera fase de esta operación de posentrada depende de las regulaciones cuarentenarias de cada país, que varían considerablemente de un país a otro. Aquí se mencionan solamente los pasos generales del manejo dado, en poscuarentena, al germoplasma de yuca. En otras publicaciones se describen con más detalles los métodos de selección.

El manejo de las plántulas *in vitro* debe seguir los siguientes pasos:

1. Transferir las plántulas de los tubos a los potes con suelo
2. Trasplantarlas de los potes al campo
3. Multiplicarlas
4. Hacer ensayos replicados y seleccionar
5. Hacer pruebas regionales y seleccionar

## 6. Liberar la nueva variedad

El manejo de la semilla sexual recorre los siguientes pasos:

1. Siembra en bandejas
2. Trasplante
3. Selección de la generación  $F_1$
4. Ensayos preliminares y selección
5. Ensayos replicados y selección
6. Pruebas regionales y selección
7. Liberación de la nueva variedad

La diferencia fundamental en el manejo de germoplasma introducido como semilla o como cultivo *in vitro* reside únicamente en las primeras fases de multiplicación y selección. En las últimas etapas de selección no hay diferencia entre las formas de introducción, pues el diseño de los ensayos y la forma de selección son prácticamente iguales. El tiempo transcurrido hasta llegar a la liberación de una nueva variedad sería, más o menos, el mismo, ya se comience con semillas sexuales o con plántulas *in vitro* siguiendo el esquema indicado arriba.

## Manejo e intercambio de datos

El intercambio de germoplasma, si se aspira a obtener mejores resultados a largo plazo, implica también un intercambio de información. La información suministrada por el CIAT puede ayudar a la institución que recibe el germoplasma a conocer más detalladamente las características de éste y la mejor forma de utilizarlo. La información suministrada por un programa nacional al CIAT sobre evaluaciones practicadas con el germoplasma introducido, ayudan al CIAT a hacer los ajustes necesarios en la selección de germoplasma para que éste llene cada vez mejor los requisitos exigidos por los programas nacionales. Enseguida se resume la clase de información que acompaña el germoplasma entregado o recibido por una institución responsable.

## Información suministrada por el CIAT

a. *Información sobre el germoplasma básico evaluado en Colombia.* El Programa de Yuca del CIAT evalúa los materiales del banco de germoplasma en varias zonas edafoclimáticas de Colombia, donde están sometidos a una gama de enfermedades, plagas y riesgos ambientales. Además, se

espera poder evaluar esos mismos materiales respecto a algunas de las características más estables para obtener una buena descripción varietal. Con destino a todos los programas nacionales, se publicará un catálogo con tales datos tan pronto como sea posible.

b. *Información sobre el material vegetativo seleccionado que se envía.* Todos los clones enviados por el CIAT procedentes del banco de germoplasma y los híbridos obtenidos llevan, generalmente, una base de datos generados en las evaluaciones hechas en Colombia. Se pretende que un resumen de tales datos acompañe cada remesa de germoplasma enviado como cultivo de meristemas; un modelo del formulario en que se recibe esa información aparece en el Apéndice 3, Figura 1. En vez de datos exactos, se suministrará información resumida de varios ensayos en forma de escala, para hacer más fácil la comparación entre diferentes clones; esa información servirá también para comparar el comportamiento del material en el país que recibe el germoplasma, con aquél que exhibió en el CIAT, lo cual facilitará el despacho de un germoplasma cada vez más apropiado.

c. *Información sobre la semilla sexual que se envía.* Por el hecho de que cada semilla es genéticamente distinta de sus padres, no es posible asegurar que cualquier planta procedente de semilla sexual se comporte de manera predecible. Sin embargo, como la mayoría de las características de importancia agronómica en la yuca son de herencia aditiva, las evaluaciones de los padres pueden dar una idea de los caracteres generales de las progenies en cuanto a adaptación, resistencia a plagas y enfermedades, calidad de las raíces y potencial de rendimiento. El CIAT suministrará datos de las evaluaciones de los padres cuando éstas existan.

### **Información suministrada por el programa nacional**

El único modo de evaluar la contribución potencial del nuevo germoplasma y definir con más precisión los requerimientos varietales, es hacer buenas evaluaciones agronómicas. Cuando se suministra germoplasma del CIAT a un programa nacional, el CIAT debe ser oportunamente informado de los resultados. Al CIAT le interesa disponer de datos de —al menos— dos clases o niveles de ensayos: 1) Evaluaciones por familia de germoplasma introducido en forma de semilla sexual. 2) Evaluaciones de los clones que llegan a los ensayos más avanzados de selección, como el ensayo replicado de rendimiento, o a las pruebas regionales o, en ocasiones, a ambos ensayos.

### **Evaluación de familias introducidas por semilla sexual**

La semilla sexual de yuca se envía generalmente desde el CIAT agrupada por familias. En la polinización controlada, las familias son de hermanos

completos y en la polinización abierta, son de hermanos incompletos. Por la relación genética entre progenies de la misma familia se espera alguna similitud en el comportamiento de las plantas, especialmente en relación con las características controladas por genes de efectos aditivos. Este fenómeno permite al fitomejorador hacer una evaluación del valor genético del cruzamiento en términos de adaptación, resistencia, calidad de raíces, y otros caracteres. En consecuencia, las evaluaciones por familia, como un promedio aproximado de todas las plantas de una familia, permiten seleccionar las mejores combinaciones y eliminar las peores, con lo cual se definen con mayor precisión los cruzamientos que el CIAT debe seguir enviando.

La evaluación a nivel de familia se puede hacer respecto a características como el vigor, el tipo de planta, la resistencia a insectos y enfermedades, la forma de las raíces y el potencial de rendimiento. Aunque se encuentra normalmente una gran variabilidad *dentro* de las familias, en promedio se puede distinguir el comportamiento *entre* familias.

En el Apéndice 3, Figura 2, aparece un ejemplo del formulario para la evaluación de la  $F_1$ . Este se envía con los paquetes de semilla y una copia debe devolverse al CIAT, junto con sugerencias sobre nuevos cruzamientos que se deben realizar y enviar. Con esta información, y con evaluaciones de los mismos cruzamientos en otras regiones, el CIAT ajustará la selección de padres para los nuevos cruzamientos.

### **Evaluaciones de clones individuales en un nivel avanzado de selección**

Después de pasar por las etapas preliminares de selección (ensayos de hileras y ensayos preliminares de rendimiento) los ensayos son iguales—independientemente de la forma de introducción, ya sea semilla o cultivo *in vitro*— en cuanto al tamaño de parcela, a los criterios de selección, etc. Al CIAT le interesa recibir datos sobre evaluaciones de plagas y enfermedades, rendimiento, calidad de raíces y otros factores de importancia. Fuera de los clones introducidos, se deben incluir testigos locales en los ensayos para poder establecer una mejor comparación. Las sugerencias para el diseño y evaluación de ensayos avanzados con yuca se encuentran en el Apéndice 4, correspondiente a las pruebas regionales.

Para facilitar la interpretación de los datos de varios programas de diversos países, se sugiere que todos los programas adopten un formulario estandarizado para tomar y remitir esos datos. El formulario aceptado por este Taller se ilustra en el Apéndice 4.

## Infraestructura necesaria para el intercambio de germoplasma

La introducción, evaluación y selección de nuevas variedades requieren una infraestructura de personal profesional, de técnicos de apoyo, de mano de obra capacitada, de tierra, y de algunas instalaciones básicas. Sólo es posible definir, en términos generales, los recursos necesarios para un programa de selección; con todo, algunos criterios que deben orientar el intercambio de germoplasma en sus diferentes formas fueron considerados en detalle (Cock, 1982). Entre los requisitos más importantes para la introducción y multiplicación de plántulas *in vitro*, figuran:

- a. Cámara o lugar para la ambientación de las plántulas
- b. Area para observación de plántulas en potes o bolsas plásticas
- c. Lote para multiplicación de estacas (10-50 m<sup>2</sup>/clon)
- d. Campos de evaluación y selección.

Para la introducción de semillas sexuales se requiere:

- a. Bandejas o bolsas plásticas para siembra de semillas
- b. Campos de evaluación y selección.

El terreno necesario para un programa de selección de yuca depende mucho del tipo de programa. En el Cuadro 2 se estima, como ejemplo, el área necesaria para cada 1000 semillas introducidas, asumiendo un 75% de germinación de la semilla, 10% de selección hasta el nivel de ensayo replicado de rendimiento, y 25% de selección en el ensayo replicado para pruebas regionales. Cuando se introducen plantas *in vitro*, se eliminan las primeras etapas de selección y se pasa directamente de la multiplicación al ensayo replicado de rendimiento.

Cuadro 2. Area necesaria para un programa de selección de yuca.

Etapa de selección	Número de entradas	Repeticiones	Sitios	Area aproximada (m <sup>2</sup> )
Introducción				
de semillas	1000	-	-	-
Generación F <sub>1</sub>	750	1	1	1200
Ensayo en hileras	75	1	1	800
Ensayo replicado de rendimiento	8	2	2	1000
Prueba regional	2	4	4	2000
Total				5000

En el área total calculada se asume una nueva introducción de semillas cada año, teniendo en cuenta que en cada etapa hay selección para el siguiente ciclo o etapa de prueba. Es decir, pasan varios años antes de alcanzar la fase en que estén sembradas todas las etapas de selección.

No es fácil determinar el número óptimo de introducciones de semillas que cada programa puede manejar; sin embargo, se estima que con muy pocos recursos, es posible manejar de 2000 a 3000 por año, y con suficientes recursos, un programa avanzado puede manejar muchas más.

Igualmente, es difícil definir el número óptimo de clones que se deben introducir como cultivo *in vitro*. El mínimo debe estar alrededor de diez, para tener una base genética suficiente con qué hacer alguna selección según el criterio local. El máximo lo pueden fijar las limitaciones que experimente el CIAT para enviar material, tanto como las que afecten al país receptor para propagarlo y multiplicarlo. Se considera que de 30 a 50 clones es el máximo que razonablemente se puede manejar.

Es de suma importancia la continuidad en la selección varietal, la cual implica también la continuidad del personal profesional. La inestabilidad de ese personal —común a varios programas nacionales— acarrea una demora notoria en el logro de los resultados, pues el mejoramiento genético supone, normalmente, un flujo constante de germoplasma. En cada ciclo, las líneas seleccionadas pasan a la siguiente etapa de evaluación y se introducen nuevas líneas, de manera que siempre estarán llegando a los agricultores líneas cada vez más seleccionadas. Para que esto suceda, es indispensable la continuidad de la operación.

Más importante, sin embargo, que la continuidad de un científico, es la persistencia del interés y de la dedicación a nivel administrativo, y la permanencia de una filosofía de selección. El sector administrativo debe definir claramente los objetivos a largo plazo y que ellos sean el cimiento filosófico de cualquier científico que se encargue, en un programa, de la evaluación y selección del material genético.

## Bibliografía

- Cock, J. H. 1982. Infraestructura necesaria para el intercambio de germoplasma de yuca. En: Roca, W.M., Hershey, C., y Malamud, O., (eds.). Primer taller latinoamericano sobre intercambio de germoplasma de papa y yuca, Memorias. Cali, Colombia, 1982. CIAT, Cali, Colombia. p. 219-222.
- Toro, M., J.C.; Roca, W.M.; y Cock, J.H. 1982. Métodos de multiplicación acelerada del material genético promisorio de yuca. En: Roca, W.M.; Hershey, C. y Malamud, O., (eds.) Primer taller latinoamericano sobre intercambio de germoplasma de papa y yuca, Memorias. Cali, Colombia, 1982. CIAT, Cali, Colombia. p. 152-159.

## APENDICE 3

---

### **Evaluación de progenies $F_1$ o $F_1C_1$**

La evaluación de progenies a nivel de familias o cruzamientos tiene como objetivos: 1) aprovechar la similitud genética entre plantas dentro de la misma familia para evaluar el potencial de un grupo de progenies; 2) suministrar información al CIAT sobre el comportamiento de cada cruzamiento, con el fin de planear esos cruzamientos con mayores posibilidades de adaptación a las condiciones de cada programa nacional, y de que los cruzamientos sean aceptados por los programas.

Hay dos formas básicas de manejar una selección de progenies de yuca después de que ha sido introducida en forma de semilla sexual:

#### **Selección rigurosa a partir de la $F_1$**

Cuando los reglamentos cuarentenarios permiten introducir las semillas sexuales directamente a la zona de selección principal, se puede hacer una selección rigurosa de las plantas  $F_1$  procedentes de la semilla sexual con base en los criterios establecidos por el programa de mejoramiento.

#### **Poca o ninguna selección en la $F_1$ , con una etapa intermedia de $F_1C_1$**

En caso de que no exista la posibilidad de establecer la siembra  $F_1$  en una región representativa de la zona de selección principal —por regulaciones cuarentenarias

o por razones de manejo del material— una alternativa es la de propagar las progenies sembrando una sola estaca por planta con poca o ninguna selección en la  $F_1$ . La siguiente generación se denomina  $C_1$ , para indicar la primera generación de la  $F_1$ . En muchos casos se puede recolectar la  $F_1$  antes del período normal de cosecha (aproximadamente a los 5 ó 6 meses) para adelantar más rápidamente el ciclo de evaluación. En la  $F_1C_1$  se siembran las estacas en grupos que representan cruzamientos, pero sin tener en cuenta el orden de las estacas dentro del cruzamiento.

Las evaluaciones se hacen promediando visualmente todas las plantas dentro del cruzamiento. Los datos, entonces, son medias tanto de los valores genéticos de los padres como de los valores de las plantas *per se*. Se sugiere hacer evaluaciones de germinación, vigor inicial y ataque de insectos, ácaros y enfermedades predominantes durante el ciclo de crecimiento. A la cosecha se evalúa la ramificación, la altura de la planta, la longitud de las raíces, el rendimiento y otros caracteres generales según los diversos criterios del programa. Se seleccionan las plantas sobresalientes para propagarlas vegetativamente y evaluarlas en los siguientes ciclos. Los criterios de evaluación son únicamente sugerencias y cada programa puede agregar sus propios criterios.

Una vez cosechada y evaluada la  $F_1$  o la  $F_1C_1$ , se envía una copia de esos datos al CIAT con alguna sugerencia sobre los cruzamientos deseados en el siguiente ciclo.

## Toma de datos

### Descripción del ensayo.

$F_1$ , $F_1C_1$	Indicar con "X" el tipo de ensayo
Programa	Nombre del instituto o programa
Responsable	Persona encargada del manejo del ensayo
Sitio	Nombre de la estación experimental, municipio, etc.
Fecha de siembra	Siembra de semillas en bandejas o en el campo, o siembra de estacas en el campo
Fecha de trasplante	Únicamente si se trata de semillas sexuales
Fecha de cosecha	

### Criterios de evaluación

- *Semillas sembradas*. Para la  $F_1$  indicar el número de semillas; para la  $F_1C_1$  el número de estacas.
- *Trasplante ( $F_1$ ) o germinación ( $F_1C_1$ )*. Conteo del número de plántulas trasplantadas procedentes de semilla sexual ( $F_1$ ) o de estacas germinadas ( $F_1C_1$ ).
- *Vigor inicial*. Evaluación visual a los 3 ó 4 meses, comparando los siguientes niveles de vigor en los cruzamientos:
  - 1 = Muy poco
  - 2 = Poco
  - 3 = Intermedio
  - 4 = Grande (planta vigorosa)
  - 5 = Muy grande (planta muy vigorosa)

● **Insectos, ácaros y enfermedades.** Evaluación de los problemas bióticos que se han generalizado en el ensayo, de los cuales se notan diferencias entre los cruzamientos. Se hace la evaluación de 1 a 5 según los criterios establecidos para cada enfermedad o plaga, o en forma más general, con la siguiente escala que mide el daño causado:

- 1 = Ausente o muy poco
- 2 = Poco
- 3 = Intermedio
- 4 = Mucho
- 5 = Severo (hasta plantas casi muertas)

● **Ramificación.** Número aproximado de niveles de ramificación apical:

- 1 = 1 nivel
- 2 = 2 niveles
- 3 = 3 niveles
- 4 = 4 niveles
- 5 = 5 niveles

● **Altura de la planta.** El promedio de la familia, en metros, es:

- 1 = 1.0 m
- 2 = 1.0 - 2.0 m
- 3 = 2.0 - 3.0 m
- 4 = 3.0 - 4.0 m
- 5 = 4.0 m

● **Longitud de las raíces:**

- 1 = Muy cortas
- 2 = Cortas
- 3 = Intermedias
- 4 = Largas
- 5 = Muy largas

● **Rendimiento.** Evaluación visual del rendimiento de raíces, comparándolo con el normalmente esperado en la región:

- 3 = Muy bajo
- 2 = Bajo
- 3 = Intermedio
- 4 = Alto
- 5 = Muy alto

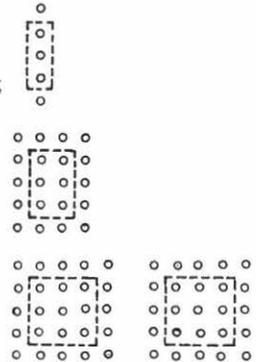
● **Evaluación general.** Evaluación del comportamiento general, haciendo una consideración balanceada de todos los factores de importancia:

- 1 = Excelente
- 2 = Bueno
- 3 = Regular
- 4 = Malo
- 5 = Muy malo

- *Otras evaluaciones o comentarios.* Observación de factores no incluidos en evaluaciones previas.
- *Selecciones.* Se indica el número de la primera y la última selección que pasa por la etapa de hileras en el campo. Cuando ya existan selecciones anteriores del mismo cruzamiento, se sigue numerando consecutivamente.

Cuadro 1. Descripción de las etapas de selección del germoplasma de yuca en el CIAT.

Etapa	Descripción	Diseño experimental
F <sub>1</sub>	Plantas procedentes de semilla sexual	1 planta por genotipo
F <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	Primera generación clonal de la F <sub>1</sub> ; plantas procedentes de una estaca por planta de la F <sub>1</sub> , sin selección, a los 5-6 meses de edad	1 planta por genotipo
Campo de observación (CO)	Seleccionadas de F <sub>1</sub> o F <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	1 surco de 5 ó 7 plantas; cosecha de 3 plantas centrales; 1 repetición
Ensayo preliminar de rendimiento (EPR)	Seleccionadas del CO	4 surcos de 5 plantas; cosecha de las 6 plantas centrales; 1 repetición
Ensayo de rendimiento (ER)	Seleccionadas del EPR	5 surcos de 5 plantas; cosecha de las 9 plantas centrales; 2 ó 3 repeticiones







Cuadro 4. Datos tomados en los ensayos de mejoramiento de yuca del CIAT.

Característica o parámetro	F <sub>1</sub> y F <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	Campo de observación (CO)	Ensayo preliminar de rendimiento (EPR)	Ensayo de rendimiento (ER)
Germinación	F	T	T	T
Vigor inicial	F	T	T	T
Floración			T	T
Resistencia a plagas y enfermedades	F	T	T	T
Volcamiento			T	T
Altura de la planta	F	T	T	T
Altura de la ramificación		T	T	T
Ramificación	F	T	T	T
Area foliar		T	T	T
Número de estacas por planta		T	T	T
Facilidad de cosecha		S	T	T
Longitud de la raíz	F	S	T	T
Longitud del pedúnculo		S	T	T
Color de la raíz		S	T	T
Forma de la pulpa		S	T	T
Forma de la raíz		S	T	T
Raíces totales		S	T	T
Raíces comerciales		S	T	T
Raíces podridas		S	T	T
Peso de raíces	F	S	T	T
Peso del follaje		S	T	T
Densidad raíces (en soln. salina)		S		
Densidad raíces (peso en agua y en aire)			S	T
HCN		S	S	T
Comportamiento general	F			

<sup>1</sup> F = evaluación a nivel de la familia (cruzamiento); T = evaluación de todo el ensayo; S = evaluación de las líneas seleccionadas, únicamente.

## APENDICE 4

*Castro*

---

### **Sistema para la toma de datos en las pruebas regionales de yuca\***

Las Pruebas Regionales de Yuca fueron creadas principalmente, para medir el potencial de rendimiento de las variedades promisorias en un amplio rango de condiciones ecológicas, bajo una tecnología uniforme, y teniendo como testigo la mejor variedad local en cada región.

El Libro de Campo que se presenta a continuación contiene un sistema de registro de datos, con base en la experiencia obtenida por el CIAT en las pruebas regionales durante siete años. Este libro permite emplear mejor el tiempo porque simplifica la toma de datos, sistematiza el análisis, y evita finalmente, errores en la manipulación y transcripción de la información.

La información se agrupa en ocho “registros” que contienen, cada uno, datos sobre aspectos específicos de la yuca. Los ocho registros básicos son:

1. Datos generales sobre la localidad
2. Análisis del suelo
3. Establecimiento del cultivo
4. Distribución del cultivo en el campo

---

\* Elaborado por Julio César Toro, Agrónomo, Pruebas Regionales, Programa de Yuca, CIAT; Alonso Cañas, Asistente, Pruebas Regionales, Programa de Yuca, CIAT; y Eduardo Granados, Estadístico de la Unidad de Servicio de Datos, CIAT.

5. Brotación, control de malezas, plagas, y enfermedades
6. Plagas, enfermedades, y problemas causados por suelos
7. Datos de cosecha
8. Precipitación diaria

Las instrucciones requeridas para obtener la información de cada registro figuran en la misma hoja, o en hojas separadas cuando sea necesario. En el Libro de Campo que se usa en el CIAT, esta información se ha colocado al frente de la hoja de registro o dentro de ella misma, facilitando así la labor de quien toma los datos en el campo. Además, se levantan original y copia de la hoja de registro: el original se entrega a quien hace el análisis de los datos (Biometría) y la copia se archiva en el Programa de Yuca.

El libro se ha diseñado para 24 variedades por prueba, como máximo; en los registros 5, 6 y 7 hay una hoja para cada repetición. Las tablas de Evaluación de Plagas y Enfermedades (registros 5 y 6) se pueden complementar, si fuere necesario, desde el código 29 en adelante. En todas las escalas, 1.0 significa "planta sana" o sin síntomas visibles de daño, y 5.0 indica máximo daño.

El uso de este sistema de registro de datos permite unificar la información que se obtiene de las pruebas regionales dentro de cada país y a nivel internacional, facilitando luego el uso de esa información.

### Instrucciones para llenar cualquier registro

Los datos deben registrarse claramente con letra de imprenta y números arábigos. La letra "O" se diferencia del cero escribiéndola así: Ø. El número "uno" es: 1, la letra "i" es: i, y la "ele" es: L.

El punto decimal, para los datos que lo necesiten, ya está marcado en la columna respectiva, marca que define el número de cifras decimales admitidas en cada dato. Si sobran columnas a la izquierda del punto decimal, se llenan con ceros. Si el dato es un número entero, debe colocarse éste —en las columnas— de derecha a izquierda, completando con ceros las que sobren.

**Identificación:** Común para todos los registros, la escribe quien asigne la libreta.

Columna	Instrucción
1 y 2	Código del país
3 a 5	Código de la localidad
6 y 7	Período: número de pruebas realizadas consecutivamente, desde la 01, en la localidad
8	Tecnología: La recomendada por el CIAT para cada región agroclimática.
9	Número del registro.

### Instrucciones para el Registro 3

Columna	Fertilización y enmiendas	
35 a 37	Dosis del <b>elemento</b> , por ha	
38	Fuente de N:	1 = 10-20-20 2 = 10-30-10 3 = 14-14-14 4 = 15-15-15 5 = Urea 6 = Nitrato de amonio 7 = Sulfato de amonio 8 = Otra
39 a 41	Dosis del <b>elemento</b> , por ha	
42	Fuente de P:	1 = 10-20-20 2 = 10-30-10 3 = 14-14-14 4 = 15-15-15 5 = Superfosfato triple 6 = Superfosfato simple, 7 = Escorias Thomas 8 = Fosforita Huila 9 = Otra
43 a 45	Dosis del <b>elemento</b> , por ha	
46	Fuente de K:	1 = 10-20-20 2 = 10-30-10 3 = 14-14-14 4 = 15-15-15 5 = Cloruro de potasio 6 = Sulfato de potasio 7 = Sulfomag 8 = Otra
47 a 49	Quando se aplique cal, se anotará el equivalente de carbonato de calcio.	
50 y 51	Dosis del <b>elemento</b> , por ha	
52	Fuente de Mg:	1 = Sulfato de magnesio 2 = Oxido de magnesio 3 = Cal dolomítica 4 = Otra

**Columna Fertilización y enmiendas**

- 53 y 54 Dosis del **elemento**, por ha
- 55 Fuente de Zn: 1 = Sulfato de zinc  
2 = Óxido de zinc  
3 = Otra
- 56 y 57 Dosis del **elemento**, por ha
- 58 Fuente de B: 1 = Bórax  
2 = Otra

**Instrucciones para el Registro 6****Columna Control de plagas; problemas por suelo**

- 55 1 = Enfermedad, químicamente  
2 = Enfermedad, eliminando el material afectado  
3 = Plaga, químicamente  
4 = Plaga, eliminando el material afectado  
5 = Plaga, control biológico
- 56 1 = Problemas de salinidad  
2 = Problemas por alcalinidad
- 57 a 58 Número de plantas útiles afectadas por un terreno salino o alcalino
- 62 a 63 Número de plantas útiles con toxicidad, pero no plantadas en terreno salino ni alcalino
- 64 Causa de la toxicidad anterior:  
1 = Herbicida preemergente  
2 = Herbicida posemergente  
3 = Aluminio  
4 = Boro  
5 = Manganeso
- 69 y 70 Número de plantas útiles que presentan deficiencias nutricionales.
- 74 Elemento deficiente:  
1 = Nitrógeno 6 = Azufre  
2 = Fósforo 7 = Zinc  
3 = Potasio 8 = Manganeso  
4 = Calcio 9 = Boro  
5 = Magnesio
- 75 Manejo de las deficiencias  
1 = No se corrigen  
2 = Aplicación foliar

**Registros 5 y 6. Evaluación de plagas y enfermedades****Código Plaga o enfermedad**

- 01 Acaro *Mononychellus* sp.
- 1.0 Planta sana.
  - 1.5 Acaros en cogollo, pocas puntuaciones en las hojas.
  - 2.0 Muchos ácaros, pocas puntuaciones en el cogollo y en las hojas terminales.
  - 3.0 Cogollo afectado, hojas adyacentes con muchas puntuaciones de un color amarillento.
  - 4.0 Cogollo deforme, hojas adyacentes con muchos ácaros, encrespamiento de las hojas.
  - 5.0 Cogollo muerto, defoliación con ácaros, caída de las hojas.
- 02 Acaro *Tetranychus urticae*
- 1.0 Planta sana.
  - 1.5 Pocos ácaros, puntuaciones amarillentas notorias en algunas hojas.
  - 2.0 Puntuaciones amarillentas moderadamente abundantes en las hojas de la parte basal y media de la planta.
  - 3.0 Hojas basales con zonas necróticas y encrespamiento; caída de algunas hojas basales.
  - 4.0 Defoliación intensa en la parte media de la planta; cogollo y hojas adyacentes con muchos ácaros; amarillamiento.
  - 5.0 Planta defoliada; cogollo muy reducido o muerto.
- 03 Acaro *Oligonychus peruvianus*
- 1.0 Planta sana.
  - 2.0 1-10 telarañas por 3 hojas basales.
  - 3.0 10-25 telarañas por 3 hojas basales.
  - 4.0 25-75 telarañas por 3 hojas basales.
  - 5.0 75 ó más telarañas por 3 hojas basales.
- 04 Trip *Frankliniella williamsi*
- 1.0 Planta sana.
  - 1.5 Puntuaciones amarillas ligeras en las hojas apicales.
  - 2.0 Cogollo y hojas adyacentes con deformaciones ligeras y puntuaciones amarillas.
  - 3.0 Deformación intensa de hojas apicales y reducción del área foliar.
  - 4.0 Cogollo completamente deformado o muerto; no hay hojas adyacentes.
  - 5.0 Síntomas de escoba de bruja: muerte del ápice y yemas laterales muertas.

Código	Plaga o enfermedad
05	Gusano cachón ( <i>Erinnyis ello</i> ) <ul style="list-style-type: none"> <li>1.0 Planta sana</li> <li>2.0 1-3 larvas por planta; 10% de la planta afectada.</li> <li>3.0 3-10 larvas por planta; 10 a 40% de la planta afectada.</li> <li>4.0 10-20 larvas por planta; 40 a 70% de la planta afectada.</li> <li>5.0 20 ó más larvas por planta; 70% de la planta afectada.</li> </ul>
06	Mosca del cogollo ( <i>Silba pendula</i> , <i>Carpolonchaea chalybea</i> ) <ul style="list-style-type: none"> <li>1.0 Planta sana.</li> <li>2.0 Hasta un 25% de plantas atacadas en los cogollos.</li> <li>3.0 De 25 a 50% de plantas atacadas en los cogollos.</li> <li>4.0 De 50 a 75% de plantas atacadas en los cogollos; retardo del crecimiento de la planta.</li> <li>5.0 De 75 a 100% de plantas atacadas en los cogollos; retardo del crecimiento de la planta.</li> </ul>
07	Mosca de la fruta ( <i>Anastrepha pickeli</i> , <i>A. manihotis</i> ) <ul style="list-style-type: none"> <li>1.0 Planta sana.</li> <li>2.0 Perforaciones en el tallo; la planta presenta apariencia normal.</li> <li>3.0 Perforaciones y exudado blanco o látex en el tallo; la planta presenta apariencia normal.</li> <li>4.0 Perforaciones y exudado blanco en el tallo; deformaciones en el cogollo.</li> <li>5.0 Cogollo muerto, con pudriciones, y caído.</li> </ul>
08	Mosca blanca ( <i>Aleurotrachelus</i> sp., <i>Aleurothrixus</i> sp., <i>Bemisia tabaci</i> , <i>B. tuberculata</i> , <i>Trialeurodes variabilis</i> ) <ul style="list-style-type: none"> <li>1.0 Planta sana.</li> <li>1.5 Menos del 20% de hojas infestadas por pupas (menos de 5 pupas/hoja).</li> <li>2.0 20-40% de hojas infestadas por pupas (5-10 pupas/hoja).</li> <li>3.0 40-60% de hojas infestadas por pupas (10-25 pupas/hoja).</li> <li>4.0 40-80% de hojas infestadas por pupas (25-50 pupas/hoja).</li> <li>5.0 80-100% de hojas infestadas por pupas (más de 50 pupas/hoja).</li> </ul>
09	Chizas blancas (Larvas de coleópteros pertenecientes a la familia Scarabaeidae) <ul style="list-style-type: none"> <li>1.0 Planta sana.</li> <li>2.0 Menos del 30% de la corteza de la estaca destruida.</li> <li>3.0 Corteza y yemas de las estacas destruidas; la planta está aún viva.</li> </ul>

**Código Plaga o enfermedad**

- 4.0 La corteza, las yemas y las raíces de la estaca consumidas; la planta presenta marchitamiento.
  - 5.0 Estacas con túneles en la parte leñosa, que se encuentra totalmente destruida; la plántula está muerta.
- 10 Trozadores superficiales (*Agrotis ipsilon*)
- 1.0 Planta sana.
  - 2.0 Menos del 25% de la corteza dañada.
  - 3.0 Menos del 50% de la corteza dañada.
  - 4.0 50 a 75% de la corteza dañada; hojas flácidas.
  - 5.0 Más del 75% de la corteza dañada; plántula muerta.
- 11 Trozadores trepadores (*Prodenia eridania*)
- 1.0 Planta sana.
  - 2.0 Menos del 25% de la corteza destruida; algunas hojas consumidas pero la planta está erecta y es viable.
  - 3.0 Menos del 50% de la corteza dañada, pero no presenta corte en forma de anillo; algunas hojas flácidas.
  - 4.0 Plantas con corteza dañada; cortes en forma de anillo pero con brotamientos en la parte basal.
  - 5.0 Plantas con la corteza dañada; cortes en forma de anillo; plantas muertas.
- 12 Trozadores subterráneos
- 1.0 Planta sana.
  - 2.0 Menos del 30% de la corteza de la estaca destruida, pero no la yema.
  - 3.0 30% de la corteza de la estaca destruida y algunas yemas.
  - 4.0 60% de la corteza de la estaca destruida y algunas yemas.
  - 5.0 Más del 60% de la corteza de la estaca destruida y todas las yemas; no hay brotación.
- 13 Barrenadores del tallo (varias especies de coleópteros, lepidópteros e himenópteros)
- 1.0 Planta sana.
  - 2.0 Una perforación en el tallo.
  - 3.0 Tres perforaciones en el tallo; presencia de aserrín.
  - 4.0 Más de tres perforaciones en el tallo; abundante aserrín; ramas rotas o muertas.
  - 5.0 Tallo quebrado con varias perforaciones.

**Código Plaga o enfermedad**

- 14 Escama blanca (*Aonidomytilus albus*)
- 1.0 Planta sana.
  - 2.0 Pocas escamas alrededor de las yemas.
  - 3.0 Escamas alrededor de las yemas y entrenudos.
  - 4.0 Escamas que cubren completamente las yemas y la mitad de los entrenudos; pérdida de las hojas basales.
  - 5.0 Cerca del 90% del tallo cubierto con escamas; caída de las hojas y secamiento del tallo.
- 15 Escama negra (*Saissetia miranda*)
- 1.0 Planta sana.
  - 2.0 Menos del 10% del tallo con escamas.
  - 3.0 Cerca del 20% del tallo y de las hojas con escamas.
  - 4.0 Cerca del 50% del tallo con escamas; caída de las hojas.
  - 5.0 Más del 50% del tallo cubierto con escamas; secamiento del tallo y caída de las hojas.
- 16 Chinche de encaje (*Vatiga manihotae*, *Vatiga* spp.)
- 1.0 Planta sana.
  - 1.5 Pocas puntuaciones en las hojas basales.
  - 2.0 Muchas puntuaciones en las hojas basales; la hoja toma un color amarillento.
  - 3.0 Muchas puntuaciones en las hojas de un color amarillo-rojizo, con encrespamiento de las hojas.
  - 4.0 Encrespamiento y secamiento de las hojas basales y encrespamiento de las hojas medias.
  - 5.0 Defoliación en la parte basal y mediana de la planta; hojas apicales con amarillamiento.
- 17 Comejenes (*Coptotermes* spp.)
- 1.0 Planta sana.
  - 2.0 Presencia de túneles en menos del 25% de la estaca; planta viable.
  - 3.0 Presencia de túneles entre el 25 y 50% de la estaca; planta viable.
  - 4.0 Presencia de túneles en más del 50% de la estaca; hojas flácidas; la planta comienza a morir.
  - 5.0 Presencia de túneles en más del 75% de la estaca; la planta está muerta
- 18 Hormiga arriera (*Atta* sp., *Acromyrmex* sp.)
- 1.0 Planta sana.

**Código Plaga o enfermedad**

- 2.0 10% de las hojas cortadas
  - 3.0 10 a 30% de las hojas cortadas.
  - 4.0 30 a 70% de las hojas cortadas.
  - 5.0 Más del 70% de las hojas cortadas.
- 19 Añublo bacterial (*Xanthomonas campestris* pv. *manihotis*)
- 1.0 Sin síntomas visibles.
  - 2.0 Manchas angulares o quemazones (o ambas).
  - 3.0 Gomosis en pecíolo o tallo (o en ambos).
  - 4.0 Marchitez o muerte descendente (o ambas).
  - 5.0 Muerte descendente en el 70% de la planta; pudrición.
- 20 Mancha parda (*Cercosporidium henningsii*)
- 1.0 Planta sana.
  - 2.0 Hasta un 25% de defoliación.
  - 3.0 De 26 a 50% de defoliación.
  - 4.0 De 51 a 75% de defoliación.
  - 5.0 Más del 80% de defoliación.
- 21 Añublo pardo fungoso (*Cercospora viçosae*)
- 1.0 Planta sana.
  - 2.0 Hasta un 25% de defoliación.
  - 3.0 De 26 a 50% de defoliación.
  - 4.0 De 51 a 75% de defoliación.
  - 5.0 Más del 80% de defoliación.
- 22 Mancha blanca (*Phaeoramullaria manihotis*)
- 1.0 Hojas sanas.
  - 2.0 Hasta un 25% de hojas afectadas.
  - 3.0 De 25% a 50% de hojas afectadas.
  - 4.0 De 51% a 75% de hojas afectadas.
  - 5.0 Más del 80% de las hojas afectadas.
- 23 Mancha de anillos circulares (*Phoma* sp. o *Phyllosticta* sp.)
- 1.0 Planta sana.
  - 1.5 Menos del 20% de las hojas bajas con manchas.
  - 2.0 Menos del 25% de defoliación.
  - 3.0 Hasta el 75% de defoliación.
  - 4.0 Defoliación total, sin chancros en el tallo.
  - 5.0 Chancros en el tallo; muerte descendente o total de la planta.

**Código Plaga o enfermedad**

- 24 Superalargamiento (*Elsinoe brasiliensis* o *Sphaceloma manihoticola*)
- 1.0 Planta sana.
  - 2.0 Pocos chancros en las venas principales y secundarias de las hojas.
  - 3.0 Chancros en hojas, pecíolo y ramas; no hay alargamiento.
  - 4.0 Alargamiento.
  - 5.0 Muerte descendente.
- 25 Antracnosis (*Colletotrichum manihotis* o *Glomerella manihotis*)
- 1.0 Sin síntomas visibles.
  - 2.0 Manchas foliares (parecidas al ataque de *Cercospora caribaeae* o a una quemazón o distorsión foliar, o a ambos síntomas).
  - 3.0 Quemazón foliar; chancros en el tallo.
  - 4.0 Muerte descendente o marchitez o ambos síntomas.
  - 5.0 Muerte de más del 70% de la planta.
- 26 Roya (*Uromyces* spp.)
- 1.0 Ningún síntoma.
  - 2.0 10% de hojas afectadas.
  - 3.0 10 a 40% de hojas afectadas.
  - 4.0 40 a 70% de hojas afectadas.
  - 5.0 70% o más de las hojas afectadas.
- 27 Caída de las hojas (causas varias)
- 1.0 Planta normal.
  - 2.0 Hasta 25% de defoliación.
  - 3.0 Hasta 50% de defoliación.
  - 4.0 Hasta 75% de defoliación.
  - 5.0 Más del 75% de defoliación.
- 28 -Mancha blanca (*Phaeoramularia manihotis*)  
 -Añublo pardo fungoso (*Cercospora viçosae*)  
 -Mancha parda (*Cercosporidium henningsii*)
- 1.0 Sin síntomas.
  - 2.0 Síntomas en el tercio inferior de la planta.
  - 3.0 Síntomas foliares en el tercio inferior y tercio medio de la planta.
  - 4.0 Síntomas en toda la planta (tres tercios de ella).
  - 5.0 Síntomas en toda la planta con más de un 50% de las hojas afectadas.

**Instrucciones para el Registro 7**

<b>Columna</b>	<b>Cosecha</b>
18 y 19	PUC = número de plantas útiles cosechadas
43	0 = Ninguno
	1 = Cuero de sapo
	2 = Insecto pasador
	3 = Maleza en la raíz
	4 = Otro

REGISTRO 1 <sup>9</sup>  
 DATOS GENERALES DE LA LOCALIDAD

CODIGO PAIS 1 2 CODIGO LOCALIDAD 3 4 5 PERIODO 6 7 TECNOLOGIA 8

Colabora(n) 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 Localidad (nombre) 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 Departamento o Estado 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44

País 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54

Altitud 55 56 57 58

Latitud 59 60 61 62 63 64 65  
 Grd. Min. Seg. O

Longitud 66 67 68 69 70 71 72  
 Grd. Min. Seg. O

Temperatura 73 74  
 (°C)

Humedad 75 76  
 Relativa (%)

Precipitación anual (mm)  
 o promedio periodos anteriores 77 78 79 80

### Instrucciones

Columna 10 a 21 Colabora (n): Escribir nombre y apellidos; use iniciales, si es necesario, o siglas cuando se trate de instituciones.  
 Los nombres se escriben de izquierda a derecha en las columnas, dejando en blanco las columnas sobrantes.

PROYECTO PRY (PRUEBAS REGIONALES DE YUCA)  
LOCALIDAD

PERIODO

TECNOLOGIA

DURACION  
DEL PERIODO

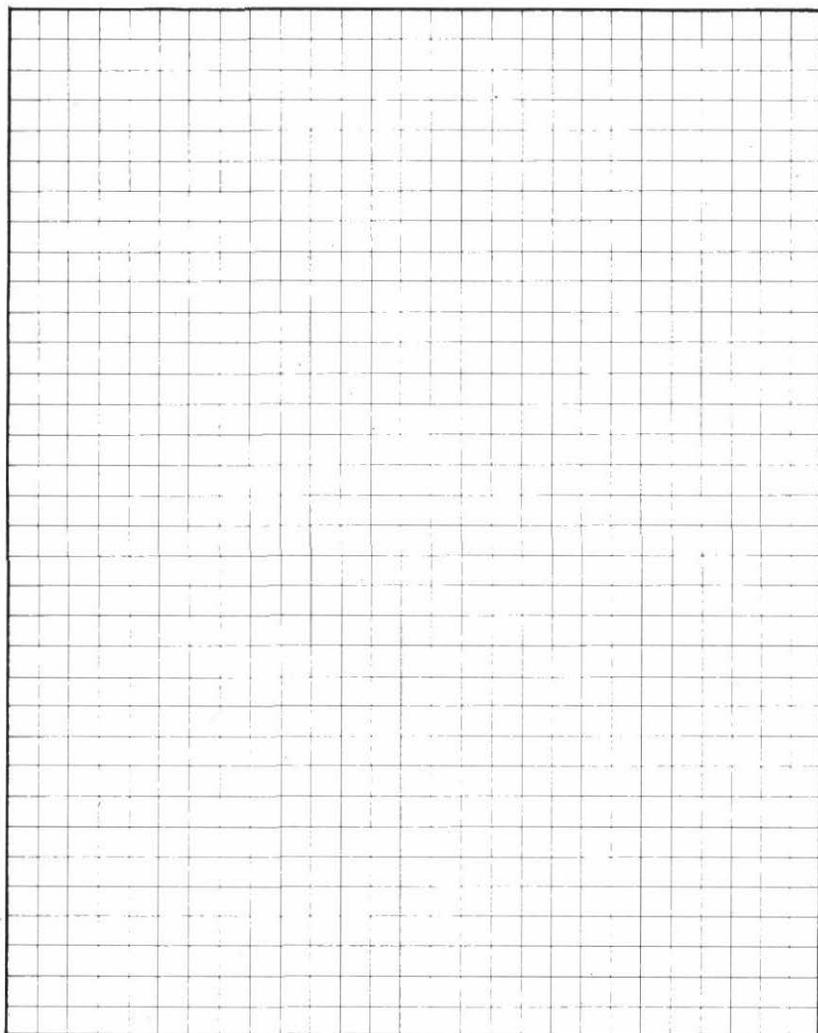
Fecha  
de siembra 

<input type="text"/>					
Día	Mes	Año			

Fecha  
de cosecha 

<input type="text"/>					
Día	Mes	Año			

PLANO DEL ENSAYO



M.O. %		P (ppm) Bray II		pH		Al meq/100 g		Ca meq/100 g		Mg meq/100 g		K meq/100 g		Na meq/100 g		CIC meq/100 g																						
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46		
1			●					●		●					●				●			●				●				●						●		
2			●					●		●					●				●			●				●				●							●	
3			●					●		●					●				●			●				●				●							●	
4			●					●		●					●				●			●				●				●							●	

### Instrucciones

#### Columna

- 10 Repetición, en el diseño.  
 11 a 77 Datos del análisis del suelo.  
 78 y 79 Clasificación de la textura del suelo: 01 = Arcilloso  
 02 = Arcillo-limoso  
 03 = Franco-arcillo-limoso  
 04 = Franco-limoso

M.O. = Materia orgánica; CIC = capacidad de intercambio catiónico

## ANALISIS DEL SUELO

Fe ppm					Mn ppm			B ppm			Zn ppm			Cu ppm			Conductividad mmhos/cm			% arena		% limo		% arcilla		Clasificación textura										
47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79				
			●				●			●				●				●				●														
			●				●			●				●				●				●														
			●				●			●				●				●				●														
			●				●			●				●				●				●														

- |                       |                             |
|-----------------------|-----------------------------|
| 05 = Limoso           | 09 = Franco-arcillo-arenoso |
| 06 = Franco           | 10 = Franco-arenoso         |
| 07 = Franco-arcilloso | 11 = Arenoso-arcilloso      |
| 08 = Arcillo-arenoso  | 12 = Arenoso                |



REGISTRO 9 DISTRIBUCION EN EL CAMPO

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Escriba los números del 0 al 9  
en su escritura (manuscrita).

VARIEDADES E HIBRIDOS																											Material	Código de la variedad o híbrido	Parcelas Rep. 1	Plantas Totales	Parcelas Rep. 2	Plantas Totales	Parcelas Rep. 3	Plantas Totales	Parcelas Rep. 4	Plantas Totales	
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47

**Instrucciones**

**Columna**

- 10 a 26 Las variedades e híbridos que se multiplican en el CIAT se anotan al asignar la libreta. El encargado de la prueba anota el nombre del (los) testigo(s) de izquierda a derecha, dejando un espacio entre palabras. Si sobran columnas, se dejan en blanco.
- 27 0 = Promisorio; 1 = Testigo regional; 2 = Testigo promisorio.
- 28 a 31 Lo anota quien asigne la libreta. Rep. = Repetición.

















# APENDICE 5

## Registro de precipitación (mm de lluvia)

Localidad \_\_\_\_\_ Ciclo \_\_\_\_\_ Año \_\_\_\_\_

Fecha de siembra \_\_\_\_\_ Fecha de cosecha \_\_\_\_\_ Días a cosecha \_\_\_\_\_

Día	Mes de siembra	Mes del año											
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													
Total mes, mm													

TOTAL \_\_\_\_\_ mm/ciclo

## Calendario Juliano

### Meses del año

Fecha de calendario	Meses del año												Fecha de calendario
	01 Ene.	02 Feb.	03 Mar.	04 Abr.	05 Mayo	06 Jun.	07 Jul.	08 Agt.	09 Sept.	10 Oct.	11 Nov.	12 Dic.	
1	1	32	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335	1
2	2	33	61	92	122	153	183	214	245	275	306	336	2
3	3	34	62	93	123	154	184	215	246	276	307	337	3
4	4	35	63	94	124	155	185	216	247	277	308	338	4
5	5	36	64	95	125	156	186	217	248	278	309	339	5
6	6	37	65	96	126	157	187	218	249	279	310	340	6
7	7	38	66	97	127	158	188	219	250	280	311	341	7
8	8	39	67	98	128	159	189	220	251	281	312	342	8
9	9	40	68	99	129	160	190	221	252	282	313	343	9
10	10	41	69	100	130	161	191	222	253	283	314	344	10
11	11	42	70	101	131	162	192	223	254	284	315	345	11
12	12	43	71	102	132	163	193	224	255	285	316	346	12
13	13	44	72	103	133	164	194	225	256	286	317	347	13
14	14	45	73	104	134	165	195	226	257	287	318	348	14
15	15	46	74	105	135	166	196	227	258	288	319	349	15
16	16	47	75	106	136	167	197	228	259	289	320	350	16
17	17	48	76	107	137	168	198	229	260	290	321	351	17
18	18	49	77	108	138	169	199	230	261	291	322	352	18
19	19	50	78	109	139	170	200	231	262	292	323	353	19
20	20	51	79	110	140	171	201	232	263	293	324	354	20
21	21	52	80	111	141	172	202	233	264	294	325	355	21
22	22	53	81	112	142	173	203	234	265	295	326	356	22
23	23	54	82	113	143	174	204	235	266	296	327	357	23
24	24	55	83	114	144	175	205	236	267	297	328	358	24
25	25	56	84	115	145	176	206	237	268	298	329	359	25
26	26	57	85	116	146	177	207	238	269	299	330	360	26
27	27	58	86	117	147	178	208	239	270	300	331	361	27
28	28	59	87	118	148	179	209	240	271	301	332	362	28
29	29	-	88	119	149	180	210	241	272	302	333	363	29
30	30	-	89	120	150	181	211	242	273	303	334	364	30
31	31	-	90	-	151	-	212	243	-	304	-	365	31

Para determinar el número de días entre dos fechas, reste la primera, convertida a días julianos, de la segunda, también en días julianos. Si la segunda es más pequeña que la primera o el intervalo es mayor de un año, agregue 365 al segundo número. Ejemplo: Cuántos días hay entre el 5 de febrero y el 24 de mayo de un mismo año? Busque el 5 en la columna *Fecha de calendario* (izquierda o derecha); entre a la tabla por la línea que inicia el 5 hasta encontrar la columna *02 Feb.*, donde está el número 36. Haga lo mismo con el 24 hasta hallar el número 144 en la columna *05 Mayo*. Reste entonces:  $144 - 36 = 108$ . Estos son los días transcurridos entre las fechas dadas.

## Conversión de plg de lluvia a mm de lluvia

plg	mm	plg	mm	plg	mm
.01	.3	.62	15.7	2.05	52.0
.02	.5	.64	16.2	2.10	53.3
.03	.8	.66	16.8	2.15	54.6
.04	1.0	.68	17.3	2.20	55.9
.05	1.3	.70	17.8	2.25	57.2
.06	1.5	.72	18.3	2.30	58.4
.07	1.8	.74	18.8	2.35	59.7
.08	2.0	.76	19.3	2.40	61.0
.09	2.3	.78	19.8	2.45	62.2
.10	2.5	.80	20.3	2.50	63.5
.11	2.8	.82	20.8	2.55	64.8
.12	3.0	.84	21.3	2.60	66.0
.13	3.3	.86	21.8	2.65	67.3
.14	3.5	.88	22.4	2.70	68.6
.15	3.8	.90	22.9	2.75	69.9
.16	4.1	.92	23.4	2.80	71.1
.17	4.3	.94	23.9	2.85	72.4
.18	4.6	.96	24.4	2.90	73.7
.19	4.8	.98	24.9	2.95	75.0
.20	5.1	1.00	25.4	3.00	76.2
.22	5.6	1.05	26.7	3.05	77.5
.24	6.1	1.10	27.9	3.10	79.0
.26	6.6	1.15	29.2	3.15	80.0
.28	7.1	1.20	30.5	3.20	81.3
.30	7.6	1.25	31.8	3.25	82.6
.32	8.1	1.30	33.0	3.30	84.0
.34	8.6	1.35	34.3	3.35	85.1
.36	9.1	1.40	35.6	3.40	86.4
.38	9.6	1.45	36.8	3.45	87.6
.40	10.1	1.50	38.1	3.50	89.0
.42	10.6	1.55	39.4	3.55	90.2
.44	11.1	1.60	40.6	3.60	91.4
.46	11.7	1.65	41.9	3.65	93.0
.48	12.2	1.70	43.2	3.70	94.0
.50	12.7	1.75	44.5	3.75	95.3
.52	13.2	1.80	45.7	3.80	96.5
.54	13.7	1.85	47.0	3.85	97.8
.56	14.2	1.90	48.3	3.90	99.0
.58	14.7	1.95	49.5	3.95	100.3
.60	15.2	2.00	50.8	4.00	101.6