



## **TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN (MODALIDAD PASANTÍA)**

### **Título:**

**“Diferencias cuanti-cualitativas entre clones de mandioca  
(*Manihot esculenta* Crantz) difundidos en Corrientes”**

**Alumna:** Garcia, Dalila Marión

**Directora:** Ing. Agr. (Mgter) Angela Ma. Burgos

**Tribunal evaluador:** Ing. Agr. Cáceres Moral, Sergio  
Ing. Agr. Paredes, Federico  
Ing. Agr. Perrens, Guillermo Alejo

## **ÍNDICE**

INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS .....	4
LUGAR DE TRABAJO .....	5
Descripción del sitio .....	5
Caracterización climática.....	5
Caracterización edáfica.....	6
CARACTERES MORFOLÓGICOS.....	7
CARACTERIZACIÓN PARTICULARIZADA DE LOS CLONES EN ESTUDIO ....	10
Amarilla.....	11
Palomita.....	12
Ramada Paso .....	13
Catiguá .....	14
Santa Catarina .....	14
Tapó Joá .....	15
Yerutí.....	16
Rocha.....	16
PRESENTACIÓN DEL MATERIAL DE TRABAJO .....	18
ACTIVIDAD DE GABINETE.....	23
Análisis de parámetros cuantitativos .....	23
Análisis de parámetros cualitativos .....	26
ACTIVIDADES DESARROLLADAS A CAMPO.....	29
Almacenamiento de ramas .....	29
Selección y almacenamiento de ramas .....	29
Obtención de estacas .....	30
Preparación del suelo y plantación .....	31
Muestreo de suelo .....	32
Análisis químico de suelo .....	33
Porcentaje de brotación.....	36
Identificación visual de malezas y su control .....	39
Plagas y enfermedades.....	41
Plagas y enfermedades.....	41
Análisis de laboratorio .....	42

Destino de la producción anual y bianual.....	45
CONCLUSIONES.....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	49
Páginas consultadas .....	52

## INTRODUCCIÓN

La mandioca (*Manihot esculenta* Cranz) pertenece a la familia de las Euphorbiaceae. Se la conoce con diversos nombres vulgares como yuca, cassava, manioc, manioca, tapioca, suahili, mhogo y omowgo (Ceballos, 2002).

Es una planta tropical originaria de la Amazonia Americana que ha tomado importancia en el contexto del país debido a sus usos diversos. Este es el cuarto producto básico más importante después del arroz, del trigo y del maíz y es consumido por más de 1000 millones de personas en el mundo (FAO, 2000).

La producción mundial de mandioca se sitúa en alrededor de 252,2 millones de toneladas de raíces frescas y un rendimiento promedio  $12,84 \text{ tn ha}^{-1}$ . En África se planta aproximadamente un 60% del área mundial total, pero sólo se cosecha un 50% de la producción mundial, con un rendimiento promedio de  $10,8 \text{ tn ha}^{-1}$ . Por su parte Asia produce 30% de la mandioca del mundo en un área que representa solo el 22% del total, con un rendimiento promedio de  $19,8 \text{ tn ha}^{-1}$ . India es el país con más altos rendimientos en el mundo, ha llegado a producir  $24 \text{ tn ha}^{-1}$ . En América del Norte y el Caribe se planta 16% de la superficie dedicada a la mandioca en el mundo.

Considerando los principales continentes productores, África se lleva casi la mitad de la producción seguido por Asia con el 35%. América del Sur sólo participa con un 14% y el resto de los bloques participa con un 3% sobre el total de la producción de raíz. La participación de Argentina es baja, por debajo del 1% de la producción mundial. La tendencia de la superficie, producción y rendimientos están en constante crecimiento desde el año 1960, del cual parten las estadísticas de la FAO (Bongiovanni, 2012).

Los productos de mandioca tienen distintos destinos y mercados. Según el informe del Banco Mundial, la mitad de la producción mundial tiene como destino la alimentación humana. Este mercado predomina en los países de bajos recursos. Un cuarto de la producción mundial tiene como destino la alimentación animal por medio de pellets y chips secos de mandioca, producto que compite con los granos para la alimentación. Finalmente, la producción de fécula utiliza otro cuarto de la producción mundial de mandioca que también compite con otros almidones y féculas (maíz, trigo y papa), según Bongiovanni (2012).

La producción nacional registrada para el año 2012 fue de 180.000 tn en una superficie de 80.000 ha concentradas en el NEA. En la provincia de Misiones se

destinan a este cultivo 30.000 ha (76%), en Formosa 20.000 ha (12%), en Corrientes 18.000 ha (10%) y en Chaco 2.000 ha (2%) (Bongiovanni, 2012).

El rendimiento promedio en Corrientes es de 12-14 tn ha<sup>-1</sup>. El destino de la producción es 86% como raíces frescas (hortaliza) y 14 % de fécula de mandioca (MPTT, 2012).

Es un cultivo que por su plasticidad se adapta a diferentes condiciones, posee versatilidad (es rústico), no es exigente en cuanto a fertilidad de suelo y clima. En nuestra provincia se ve favorecido por los suelos profundos y sueltos lo que permite un buen desarrollo de raíces.

Tanto las raíces como las hojas de la mandioca pueden ser utilizadas en la alimentación humana y animal. Las primeras son una fuente importante en hidratos de carbono, y las segundas de proteínas, minerales y vitaminas (Montaldo, 1979).

La mandioca constituye un recurso muy valioso en la alimentación animal totalmente subaprovechado, en la gran mayoría de los casos, por carecer de información referida a las diferentes formas de utilizar la planta en forma integral; la misma puede ser utilizada ya sea en forma fresca, deshidratadas y/o ensiladas. Además de estos productos primarios de la mandioca, existen otros derivados que son utilizados como alimento para animales, principalmente los subproductos de la industria. Los productos provenientes de las raíces de mandioca son esencialmente energéticos, debido a su alto contenido en almidón

Los tejidos de esta planta contienen diferentes concentraciones de glucósidos cianogénicos, que al hidrolizarse mediante la acción de la enzima linamarasa, liberan ácido cianhídrico. Este ácido libre, produce efectos tóxicos. El ácido cianhídrico total presente en la raíz de mandioca, determina la diferencia entre cultivares amargos (de mayor toxicidad) que son generalmente utilizadas para procesos industriales y cultivares dulces que pueden consumirse de manera segura. Aunque no existe una medida precisa, se consideran cultivares amargos aquellos cuyo contenido de ácido cianhídrico es superior a 100 µg/100g de pulpa fresca y como cultivares dulces aquellos con un nivel inferior de éste ácido (Montaldo, 1979).

Al ser un cultivo con una gran plasticidad, la época de cosecha va a ser dependiente del uso final según se priorice la calidad culinaria (6 a 10 meses) o la calidad industrial (hasta 24 meses) (Montaldo, 1979).

Debido a su largo ciclo de crecimiento, la mandioca está sujeta continuamente a presiones de factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (clima, suelo), factores que pueden disminuir la calidad del material de plantación.

Las variedades tradicionales han estado bajo estas presiones durante considerables períodos de tiempo y su efecto puede ser un decrecimiento acumulativo de la calidad del material de plantación después de muchos ciclos de propagación vegetativa (Lozano, 1984).

El efecto de la mala calidad de los órganos de propagación sobre la producción es imprevisible, pero a veces reduce los rendimientos en mucho más de 50% (Lozano, 1987). Por lo tanto se recomienda hacer una selección positiva de las plantas que van a suministrar el material de plantación para las parcelas de “semillas” \*.

La diversidad genética es resultado de la selección natural durante la evolución de la especie, en pre y post domesticación. En los diversos ambientes la selección resultó en una amplia diversidad de clones con adaptaciones específicas a determinados ecosistemas. Actualmente se conservan 6.592 materiales procedentes de 28 países, discriminados en 5.709 clones de *M. esculenta* y 883 genotipos de las especies silvestres empleando técnicas *in vitro* para la conservación y distribución segura del germoplasma (<http://isa.ciat.cgiar.org/urg/cassavacollection.do>).

El cultivo de mandioca se implanta por medio de propagación vegetativa, plantando estacas. Pese a que la reproducción sexual y producción de semillas se da fácilmente en esta especie, ella es utilizada principalmente en programas de mejoramiento genético y no para la siembra en escala comercial.

Para empezar cualquier emprendimiento donde se apueste a otorgar mayor valor agregado o donde la mandioca sea un ingrediente principal, primero hay que saber qué variedad (cultivar) es más apto para satisfacer la demanda de ese mercado, conociendo la base genética se comienza con el primer eslabón de la trazabilidad del producto; allí radica la importancia de esta pasantía y de los datos que se obtendrán para ser transmitidos a los productores y técnicos de la zona.

(\*) El término «semilla» se utiliza para el material de propagación asexual conocido comúnmente como estacas.

## OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

### a. Objetivos Generales

-Desarrollar competencias profesionales para la inserción laboral integrando los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en la Facultad.

-Realizar entrenamiento de prácticas profesionales en la producción a campo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) a través del desarrollo de tareas agrícolas en general.

-Adquirir destreza para el seguimiento del cultivo y la toma sistemática de datos útiles para fundamentar las prácticas de manejo que requiera el cultivo y poder evaluar resultados.

### b. Objetivos Específicos

-Realizar el seguimiento y las labores necesarias para la producción de mandioca en la zona periurbana de la ciudad Capital de la Provincia de Corrientes.

-Reconocer las diferencias que existen entre cultivares de mandioca en términos morfológicos, agronómicos, cuantitativos y cualitativos y aptitud comercial.

-Evaluar la respuesta diferencial de los clones frente a un ciclo de cultivo anual vs. bianual.

-Definir el uso potencial de diferentes clones de mandioca sobre la base de su caracterización productiva.

## LUGAR DE TRABAJO

El ensayo se llevó a cabo en el Huerto Clonal de Mandioca de la Cátedra de Cultivos III en el Campo Didáctico-Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE, localizado sobre la Ruta Nacional N°12, Km 1031 en Corrientes, Prov. de Corrientes (Fig. 1).



*Figura N° 1: Localización del predio del campo Didáctico y Experimental de la FCA indicando el lote que se cosechó (izquierda) y el lote destinado a la plantación siguiente (derecha).*

## Descripción del sitio

El Campo Didáctico y Experimental Agrícola FCA UNNE (CDEA) cuenta con una superficie de 17 hectáreas destinada a la producción y experimentación de cultivos diversos como zapallito, mamón, pimiento, ananá, maíz, trigo, caña de azúcar, mandioca, y cítricos.

El lote destinado a la producción de mandioca se encuentra ubicado al Norte, cuenta con una superficie de 264 m<sup>2</sup> (fig. 1).

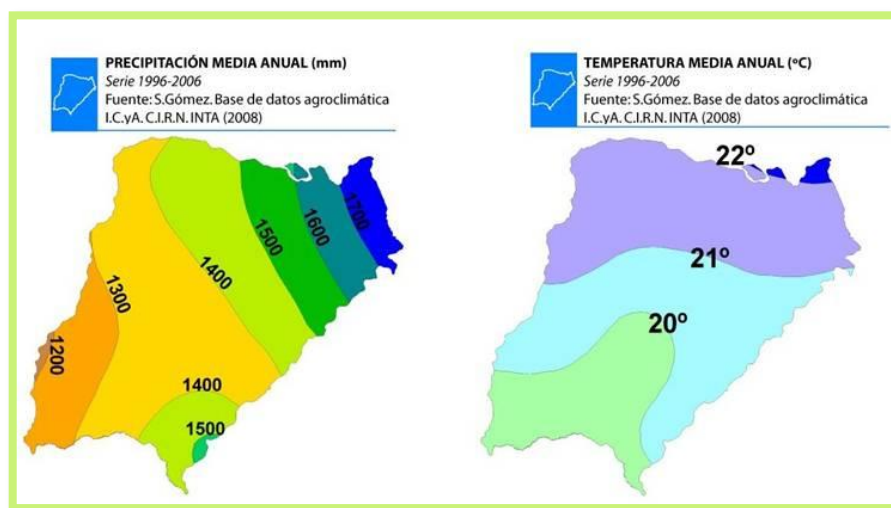
## Caracterización climática

La provincia de Corrientes tiene un clima subtropical, muy cálido en verano pero con heladas en invierno, con temperatura media anual superior a 18° C. Tiene



características de clima húmedo con excesos hídricos en otoño y primavera, y moderados y eventuales déficit en verano.

La temperatura media anual varía entre 19,5° y 22° C (Fig. 2), como consecuencias de la latitud las temperaturas aumentan de sur a norte. Las isotermas del mes más cálido del verano varía entre 26° y 27,5°C y las del mes más frío del invierno entre 13,5° y 16°C.



**Figura N° 2:** Precipitación media anual (mm) y temperatura media anual (°C) en la provincia de Corrientes. Mapas extraídos de NEA Corrientes Forestal.

Las temperaturas máximas absolutas en la provincia de Corrientes registradas en el periodo considerado oscilan entre 40° y 44°C y las mínimas absolutas entre -2°C y -4°C.

Las precipitaciones oscilan entre 1100 y 1600 mm (Fig. 2), siendo la tendencia creciente de SO a NE. La distribución anual de las precipitaciones tiene dos máximos, en primavera y en otoño, y un mínimo en invierno (Bruniard, 2000).

### **Caracterización edáfica**

El suelo del sitio de experimentación ha sido clasificado como Entisol del subgrupo Udipsament árgico, perteneciente a la serie de Ensenada Grande, se encuentra ubicado en la loma, presenta textura en superficie arenosa y en la subsuperficie textura franco arcillo arenosa, por lo que es susceptible a erosión hídrica como primer limitante y en segundo lugar susceptible a erosión eólica (Escobar, 1996).

En cuanto a la génesis y taxonomía de los suelos, se clasifica el régimen térmico como hipertérmico por poseer una temperatura media de suelo (a 50 cm) anual superior a 22°C y una amplitud térmica anual mayor de 5°C.

El régimen hídrico se caracteriza como údico, el perfil del suelo no se seca por más de 90 días consecutivos en la zona de las raíces (Escobar, 1994).

## **CARACTERES MORFOLÓGICOS**

La descripción botánica de la mandioca se basó en el análisis de los caracteres morfológicos que, cuando son constantes, permiten tipificar a la especie. Sin embargo, la expresión de muchas características es variable y está influenciada por el ambiente, por ejemplo la arquitectura de una determinada variedad puede cambiar drásticamente cuando es plantada en otro ambiente (Ceballos, 2002).

### **Posición sistemática**

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Malpighiales

**Familia:** Euphorbiaceae

**Subfamilia:** Crotonoideae

**Tribu:** Manihoteae

**Género:** Manihot

**Especie:** esculenta Crantz

La mandioca pertenece a la familia de las Euphorbiaceae, constituidas por 7.200 especies que se caracterizan por su notable desarrollo de los vasos laticíferos, compuestos por células secretoras llamadas galactocitos. Esto es lo que produce la secreción lechosa que caracteriza a las plantas de esta familia (Ceballos, 2002).

La planta de mandioca se divide en dos partes principales, una parte aérea (tallo, hojas, flores, frutos y semillas) y la parte radicular o raíz (Montaldo, 1979).

Es un arbusto perenne que alcanza una altura entre los 90 y 250 centímetros. El tallo es el órgano que se utiliza para la multiplicación vegetativa o asexual de la especie, cuando está maduro es cilíndrico, y su diámetro varía de 2 a 6 cm. El grosor de este es importante ya que se le ha indicado como asociado directamente con alto rendimiento (Montaldo, 1979).

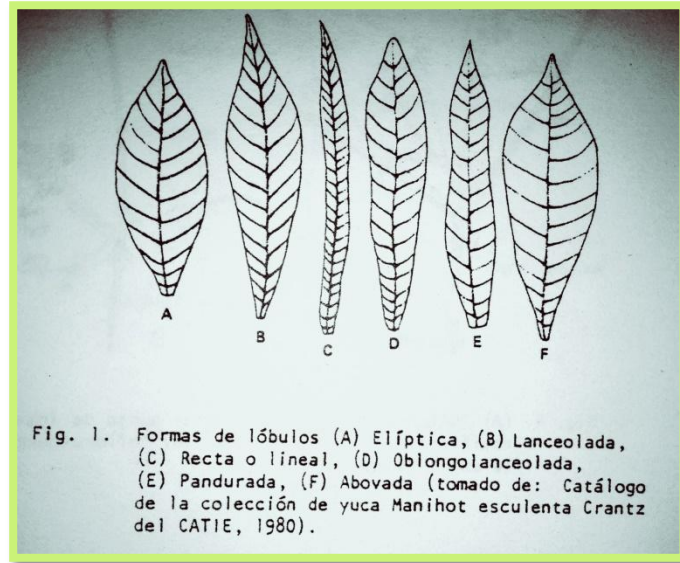
Se pueden observar 3 colores básicos, gris-plateado, morado y amarillo verdoso. Tanto el diámetro como el color de los tallos varían con la edad de la planta y obviamente con la variedad; los mismos están formados por la alternación de nudos y entrenudos. En las partes más viejas se observan unas protuberancias que marcan en los nudos la posición que ocuparon inicialmente las hojas. El largo de los entrenudos en el tallo principal es muy variable, y depende no sólo de la variedad sino también de otros factores como la edad de la planta, la ocurrencia de sequía, fertilidad disponible para la planta, entre otros (Ceballos, 2002).

El tallo primario luego de cierto tiempo produce ramificaciones que pueden ser reproductivas (inflorescencias) o vegetativas (ramas laterales); estas últimas constituyen una característica muy estable para la descripción varietal. La posición de los tallos puede ser. 1) erecta; 2) decumbente; y 3) acostada (Ceballos, 2002).

La presencia de yemas axilares en cada nudo es importante, ya que a partir de las mismas una estaca puede producir un nuevo vástago aéreo. El número de vástagos aéreos producidos depende mucho de la forma como es plantada la estaca, cuando se entierran horizontalmente todos los nudos tienden a brotar, pero si se entierra en posición vertical, por lo general, solo la yema apical se activa (Ceballos, 2002).

Las hojas son simples y están compuestas por la lámina foliar y el pecíolo. La lámina foliar es palmeada y profundamente lobulada, presentando entre tres y nueve lóbulos. Los lóbulos miden entre 4-20 cm de longitud. Se puede clasificar la forma de los lóbulos de distintas maneras y con un número variable de categorías (Fig. 3). Los pecíolos se encuentran en posición horizontal u oblícuo ascendente o descendente con respecto al tallo. Las hojas maduras pueden ser desde purpuras, verde oscuro o verde claro (Ceballos, 2002, Montaldo, 1979).

Las hojas maduras son siempre glabras, es decir que carecen de pubescencia, las hojas del cogollo pueden o no presentar pubescencia y esto es un carácter relevante ya que la pubescencia en las hojas del cogollo está estrechamente relacionada con la resistencia a trips (Ceballos, 2002).



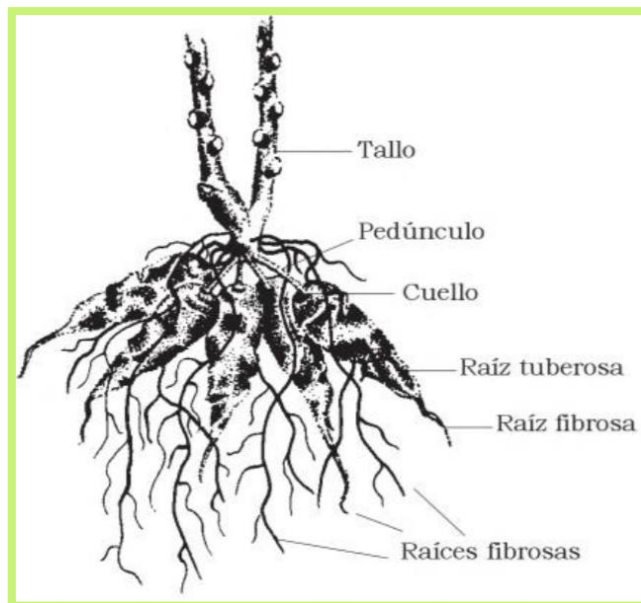
**Figura N° 3:** Clasificación de lóbulos extraído de Montaldo 1979.

La principal característica de las raíces es su capacidad de almacenamiento de almidón, razón por la cual es el órgano de la planta que hasta el momento ha tenido un mayor valor económico (Ceballos, 2002).

Cuando la planta proviene de estacas, lo cual es más común, en un sistema de producción comercial, el sistema radical es adventicio, y se forma en la base inferior cicatrizada de la estaca a partir de las yemas que están bajo tierra. Estas raíces al desarrollarse forman un sistema fibroso pero después algunas de ellas comienzan su

engrosamiento y se convierten en raíces tuberosas (Fig. 4).

El sistema radical presenta baja densidad de raíces pero estas logran gran penetración, esto contribuye a que la planta tenga la capacidad de soportar períodos prolongados de sequía (Ceballos, 2002).



**Figura N° 4:** Componentes del sistema radical de la mandioca.

Fuente: Domínguez, 1981.

La planta absorbe agua y nutrientes por medio de las raíces fibrosas, capacidad que pierden cuando se transforman en tuberosas. En un principio no existe diferencia morfológica y anatómica entre ambas raíces. La diferencia radica en que al momento en que se inicia la acumulación de almidón, el sentido de crecimiento de la raíz cambia de longitudinal a radial (Ceballos, 2002). Si se corta transversalmente una raíz de mandioca se muestran dos zonas principales; la corteza externa llamada también súber o corcho y la corteza interna que está formada por felógeno que no lleva esclerénquima como en el tallo (Montaldo, 1981).

El fruto es una cápsula tricarpelar, provista de seis alas y se abre por seis valvas en la madurez, lo que por lo general, se produce a partir de los cinco meses (Ceballos, 2002).

Al madurar la semilla, el epicarpio y el mesocarpio se secan. El endocarpio que es de consistencia leñosa se abre bruscamente cuando el fruto está maduro y seco para liberar y dispersar a distancia las semillas. La semilla tiene forma elíptica de 1-1.5 cm de longitud. La testa es lisa, de color café con moteado gris. La germinación de la semilla requiere tiempo (Ceballos, 2002).

No todas las variedades florecen en las mismas condiciones ambientales, y entre las que lo hacen hay una marcada diferencia en cuanto al tiempo de floración y la cantidad de flores que producen. Es una planta monoica, es decir con flores unisexuales masculinas y femeninas en una misma planta y generalmente, en la misma inflorescencia. Cada inflorescencia posee 50-60 flores monoperiantadas. Las flores femeninas están en la base de la inflorescencia y son pocas; las flores masculinas se encuentran en la parte alta de la inflorescencia y son abundantes. (Ceballos, 2002, Montaldo, 1979).

## CARACTERIZACIÓN PARTICULARIZADA DE LOS CLONES EN ESTUDIO

A través de las características morfológicas se procedió a realizar el reconocimiento de 8 (ocho) diferentes cultivares de mandioca de gran difusión en la zona, denominadas vulgarmente como: Palomita, Amarilla, Rocha, Ramada Paso, Catiguá, Santa Catarina, Yerutí y Tapó Joá.

Para el presente trabajo de pasantía se aplicó un protocolo de evaluación de caracteres morfológicos, de fácil identificación visual “Descriptores morfológicos y agronómicos de clones de Mandioca” adaptado de Montaldo (1979), Domínguez

(1981), Carvalho (2004), Acosta (2006) y Velásquez (2006). Se evaluaron aspectos relacionados con características específicas de los tallos, hojas y raíces a fin de realizar un entrenamiento observacional y descriptivo que permita reconocer las características más particulares de las variedades en estudio.

La caracterización consistió en recoger las características de una muestra o variedad nativa sobre la base de una lista de descriptores morfológicos. Se define como descriptor morfológico a toda característica capaz de identificar y diferenciar a dicha muestra o variedad nativa, con heredabilidad y estabilidad frente a los cambios ambientales. Calificando la característica con un valor numérico, código o adjetivo calificativo.

Las características morfológicas cualitativas son las que tienen mayor acción en la manifestación del carácter, están determinadas por pocos genes y las características morfológicas cuantitativas, están determinadas por muchos genes, y tienen gran interacción con el medio ambiente, es decir son las que presentan variación (Lobo, 2004).

El reconocimiento de los caracteres morfológicos se llevó a cabo en plantas cultivadas bajo invernáculo en macetas a los 4 meses después de la plantación, las mismas se encontraban en igualdad de condiciones edafoclimáticas. Se utilizaron 3 (tres) ejemplares de cada clon. Cabe aclarar que debido a que estas plantas aun no presentaban raíces tuberosas al momento de estudio las características de las mismas fueron tomadas de datos recopilados después de la cosecha del lote (Fig. 1).

### **Amarilla**

Este cultivar (Fig. 5-A) se caracteriza por presentar la hoja apical de color verde purpúreo y presenta pubescencia en el brote apical (Fig. 5-B). Las hojas maduras son de color claro, el lóbulo central lanceolado presenta 12 cm de longitud (Fig. 13-A). El 90% de las mismas presentan 5 lóbulos y el 10% restante 7. Las nervaduras son de color verde.

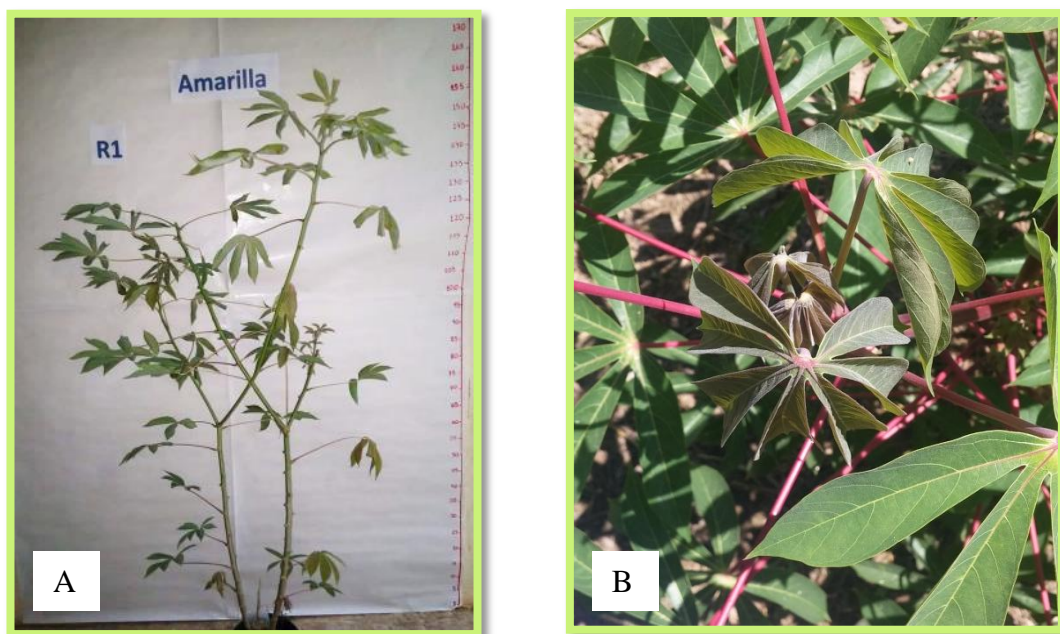
El pecíolo presenta posición horizontal con respecto al tallo, es de coloración verde con rojo, y presenta 20 cm de longitud, cabe aclarar que estos datos fueron obtenidos de un promedio entre las 3 (tres) ejemplares bajo estudio tal como se lo mencionó anteriormente.

La epidermis del tallo es de color marrón oscuro, el hábito de crecimiento del tallo es recto, las ramas terminales de la planta adulta son de coloración verde purpúreo.

El color externo de la raíz es marrón oscuro, la pulpa es amarilla (Fig. 14), y su textura es lisa. Las raíces pueden ser cilíndricas, cónicas, cilindro-cónicas, fusiformes o irregulares.

La altura de la planta en promedio fue de 1,40 m, y presentaba ramificaciones a los 55 cm, al momento de la observación.

Es una planta del tipo paraguas debido a su estructura.



*Figura N° 5: A) Arquitectura del cv. Amarilla. B) Pubescencia del brote apical.*

### **Palomita**

El cultivar (Fig. 6) se caracteriza por presentar la hoja apical verde claro, la hoja madura de coloración verde oscura. El lóbulo central típicamente lineal (Fig. 13-B) presenta una longitud promedio de 18,5 cm, el 20% de las hojas tiene 5 lóbulos y 80% restante 7 lóbulos.

Las nervaduras son verde rojo y sus estípulas son cortas.

El pecíolo de color rojo, mide en promedio 27 cm y presenta orientación oblicuo ascendente con respecto al tallo.





**Figura N° 6:** Arquitectura de la planta del cv. Palomita.

La epidermis del tallo es de color marrón claro, las ramas terminales son de color verde.

La raíz es pedunculada, con pulpa color blanco, exterior marrón claro y textura lisa, presenta forma cilíndrica, cónica, cilindro-cónica, fusiforme o irregular.

La altura promedio de la planta fue de 1,53 m y la primera ramificación se encontró al 1,20 m.

Es una planta del tipo compacta y su hábito de ramificación es erecto.

### **Ramada Paso**

El cultivar (Fig. 7) presenta la hoja apical de color verde claro, el lóbulo central es elíptico (Fig. 13-A), la longitud promedio del mismo fue de 10 cm. El 30 % de las hojas presentan 5 lóbulos y el 70% restante son de 7 lóbulos. Las nervaduras son de color verde rojizo.



**Figura N° 7:** Arquitectura del cv. Ramada Paso

El pecíolo es de color verde con rojo, mide 15 cm.

La epidermis del tallo es marrón claro, las ramas terminales son verdes y no presenta ramificación.

La raíz se caracteriza por presentar pedúnculo, externamente es marrón claro, y su pulpa es blanca. La textura es lisa y su forma puede ser cilíndrica, cónica, cilindro-cónica, fusiforme o irregular.

Es una planta compacta de 0,70 m de altura.



### **Catiguá**

Este cultivar (Fig. 8-A) presenta la hoja apical de color verde claro, a la madurez la hoja permanece del mismo color. El lóbulo central es lanceolado y mide 9,6 cm de longitud (Fig.13-B). El 60 % de las hojas tienen 5 lóbulos y el 40 % tienen 7 lóbulos. El pecíolo es de color rojo, mide 20 cm de longitud y presenta orientación oblicuo ascendente con respecto al tallo. Presenta estípulas en forma de cresta (Fig.8-B).

El tallo presenta epidermis de color marrón oscuro, las ramas terminales son de color verde al igual que las nervaduras.

Las raíces pueden ser cilíndricas, cónicas, cilindro-cónicas, fusiformes o irregulares, y la coloración de la pulpa es blanca.

Es una planta de arquitectura abierta. Al momento de la observación careció de ramificación, y presentó 0,9 m de altura.



**Figura N° 8:** *A) Arquitectura del cv. Catiguá. B) Pecíolos color rojo, porción superior del tallo color verde y estípulas en forma de cresta.*

### **Santa Catarina**

Este cultivar presenta tanto la hoja apical como la madura de coloración verde clara. Presencia pubescencia en el brote apical. El lóbulo central de forma obovada (Fig. 13-B) mide 10,3 cm de longitud, el 70 % y 30% de sus hojas tiene 5 y 7 lóbulos respectivamente. Las nervaduras son de color verde rojizo. El pecíolo es verde con rojo

y mide 17,5 cm en promedio, el mismo presenta orientación oblicua descendente con respecto al tallo. Presenta estípulas bífidas (Fig. 9).



La epidermis del tallo es marrón claro.

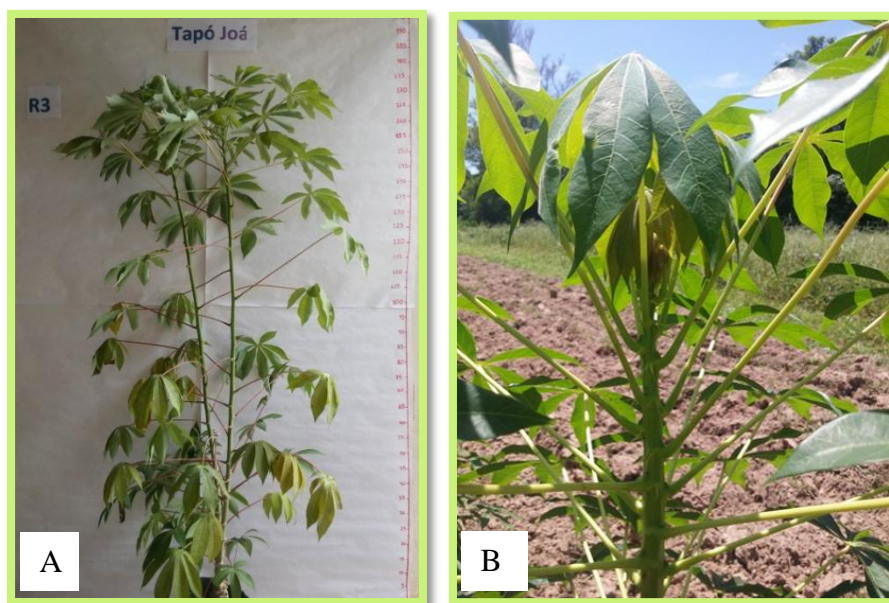
Las raíces pueden ser cilíndricas, cónicas, cilindro-cónicas o irregulares. Presenta pulpa blanca.

Es una planta del tipo cilíndrica. Presentó 1 m de altura y careció de ramificación al momento de la caracterización.

**Figura N° 9:** Estípulas bífidas en el cv. Santa Catarina.

### Tapó Joá

Presenta la hoja apical de color verde claro, el lóbulo central de la hoja madura es lanceolado (Fig. 13-A) y midió 9 cm de longitud. El 10% de las hojas presentan 5 lóbulos y el 90% presenta 7 lóbulos.



**Figura N° 10:** A) Arquitectura del cv. Tapó Joá. B) Pecíolos y rama terminal verde claros.

Se caracteriza por presentar El pecíolo es verde (Fig.10-B) lo cual lo diferencia fácilmente de las demás variedades y midió 18 cm de longitud.

La raíz presenta pedúnculo, externamente es de color marrón claro, la pulpa es blanca, y su textura es lisa. La forma de la raíz puede ser cónica, cilíndrica o cilindro-cónica.

La epidermis del tallo es marrón claro, las ramas terminales son de coloración verde.

Es una planta del tipo compacta (Fig. 10-A), de 1,15 m de altura, no presentó ramificación.

### **Yerutí**

Este cultivar presenta la hoja apical color verde purpura, con pubescencia (Fig.11). La hoja madura de color verde oscuro presenta el lóbulo central lanceolado



(Fig. 13-A) y tiene 15 cm de longitud. El 10% de las hojas presentan 5 lóbulos y el 90% presentan 7 lóbulos. Las nervaduras son verde con rojo.

El pecíolo es rojo, midió 21 cm de longitud, y presenta orientación oblicua descendente con respecto al tallo.

La raíz presenta forma cilíndrica, cónica, cilindro-cónica, o fusiforme, y es de coloración blanca.

*Figura N° 11: Pubescencia del brote apical en el cv. Yerutí.*

### **Rocha**

Se caracteriza por presentar tanto la hoja apical como las hojas maduras de color verde claro, el lóbulo central es abovado (Fig. 13-B) y presenta 15 cm de longitud. El 90% de las mismas presentan 5 lóbulos y el 10% restante 7.

Las nervaduras son de color verde con rojo. El pecíolo presenta orientación oblicua descendente con respecto al tallo, es de color rojo, y presenta 24 cm de longitud en promedio. La epidermis del tallo es de color marrón oscuro, el hábito de crecimiento

del tallo es recto, las ramas terminales de la planta adulta son de coloración verde purpura.



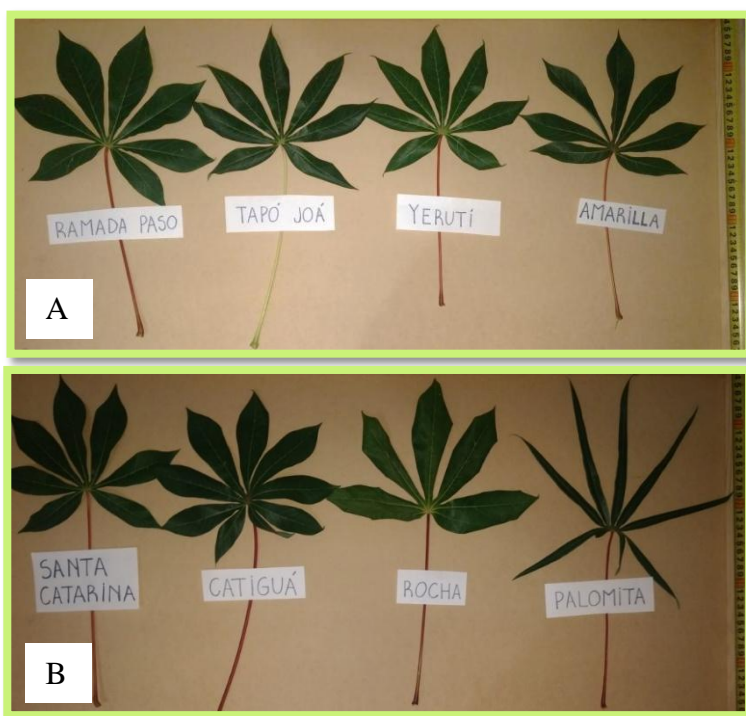
Las raíces pueden ser cilíndricas, cónicas, cilindro-cónicas o irregulares. Se caracteriza por presentar pigmentación rojiza en la zona del cambium de la raíz y pulpa blanca.

La altura de la planta en promedio fue de 1,20 m, y la primera ramificación fue a los 45 cm, tanto di como tricotómica (Fig. 12).

Es una planta del tipo abierta debido a su estructura.

**Figura N° 12:** Ramificación tricotómica en el cv. Rocha.

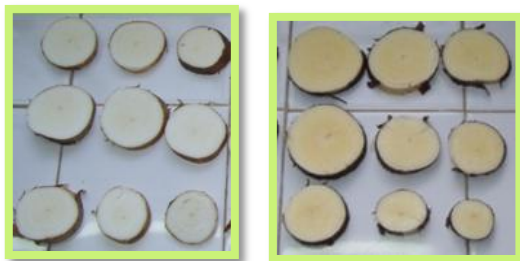
En la Figura 13 podemos ver la hoja de cada uno de los 8 cultivares en la cual se diferencia facilmente el cultivar Tapó Joá por la coloración verde del pecíolo, y el cultivar Palomita por la forma de la lámina tal como se lo mencionó anteriormente.



**Figura N° 13:** Presentación de la lámina foliar de los diferentes cultivares.



Por otra parte la coloración de la pulpa de las raíces (Fig. 14) nos permite reconocer fácilmente al cultivar Amarilla por la pigmentación característica de la misma. El resto de los cultivares presenta la pulpa de color blanco.



**Figura N° 14:** Corte transversal de tres raíces, cada disco corresponde a la zona apical, media y distal de cada una, a la derecha podemos ver pulpa amarilla y a la izquierda pulpa de coloración blanca.

A modo general podemos decir que todos los clones presentan una longitud de entrenudos menor a 8 cm, estípulas cortas, pubescencia en el brote apical, por lo que no se consideran características importantes para la diferenciación de los mismos al igual que la presencia de pedúnculo y la forma de las raíces, el número de lóbulos, la longitud del lóbulo central, y la longitud de los pecíolos, estos son caracteres que no nos permiten diferenciar a estos cultivares. Cabe aclarar que carecían de floración al momento de ser analizadas morfológicamente, ya que como mencionamos anteriormente los ejemplares tenían 4 meses de edad.

## **PRESENTACIÓN DEL MATERIAL DE TRABAJO**

Al momento de comenzar con el presente trabajo de pasantía se contaba con dos plantaciones, una de ciclo anual y otra de ciclo bianual, de los cultivares Rocha, Tapó Joá, Catiguá, Santa Catarina, Amarilla, Palomita, Yerutí y Ramada Paso. Se realizó la cosecha de ambos ciclos de cultivo (Fig. 15 a Fig. 22) y los mismos se presentan en forma comparativa a continuación. A la derecha de cada cultivar se colocó una regla de 50 cm de longitud como medida de referencia.

## Amarilla



**Figura N° 15:** Arquitectura del cv. Amarilla con ciclo anual (izquierda) y ciclo bianual (derecha).

## Santa Catarina



**Figura N° 16:** Arquitectura del cv. Santa Catarina con ciclo anual (izquierda) y ciclo bianual (derecha).

## Catiguá



**Figura N° 17:** Arquitectura del cv. Catiguá con ciclo anual (izquierda) y ciclo bianual (derecha).

## Palomita



**Figura N° 18:** Arquitectura del cv. Palomita con ciclo anual (izquierda) y ciclo bianual (derecha).

## Ramada Paso



**Figura N° 19:** Arquitectura del cv. Ramada Paso con ciclo anual (izquierda) y con ciclo bianual (derecha).

## Rocha



**Figura N° 20:** Arquitectura del cv. Rocha con ciclo anual (izquierda) y con ciclo bianual (derecha).



## Tapó Joá



**Figura N° 21:** Arquitectura del cv. Tapó Joá con ciclo anual (izquierda) y con ciclo bianual (derecha).

## Yerutí



**Figura N° 22:** Arquitectura del cv. Yerutí con ciclo anual (izquierda) y con ciclo bianual (derecha).

## ACTIVIDAD DE GABINETE

### Análisis de parámetros cuantitativos

En los dos cultivos se realizó una caracterización agronómica cuantitativa de los clones para poder evaluar su potencial midiendo parámetros cuantitativos como biomasa fresca total ( $\text{kg pl}^{-1}$ ) y particionada en materia fresca de parte aérea (tallos y hojas) y de raíces ( $\text{kg pl}^{-1}$ ), estimando rendimiento medio de raíces comerciales ( $\text{tn ha}^{-1}$ ) y el índice de cosecha (%) de cada clon.



*Figura N° 23: Biomasa particionada en parte aérea (tallos y hojas) a la izquierda y raíces a la derecha.*

El índice de cosecha (IC) es una relación entre el rendimiento del producto comercial y la biomasa total, esto nos sirve para conocer el momento óptimo de la cosecha, en el caso de la mandioca debe ser superior a 0,50. El mismo fue determinado a través del pesaje de tallos, hojas, y raíces (Fig. 23).

En las siguientes tablas podemos ver la Biomasa Fresca Total ( $\text{tn/ha}$ ), Biomasa Particionada (%), el Rendimiento de Raíces Comerciales ( $\text{tn/ha}$ ) y el Índice de Cosecha (%) en ciclo anual (Tabla 1) y en ciclo bianual (Tabla 2).

Tabla 1. Parámetros cuantitativos obtenidos del cultivo anual.

Datos cuantitativos obtenidos de plantas de ciclo anual					
Cultivar	Biomasa Fresca Total (tn ha <sup>-1</sup> )	Biomasa Particionada		Rendimiento de Raíces Comerciales (tn ha <sup>-1</sup> )	Índice de cosecha (%)
		Parte aérea (%)	Raíces (%)		
AMARILLA	160,0	49,7	50,3	80,47	0,50
CATIGUÁ	50,0	28	72	36,63	0,73
RAMADA PASO	73,8	36	64	47,16	0,63
PALOMITA	45,4	33,3	66,6	30,25	0,66
STA. CATARINA	45,3	28,3	71,66	32,50	0,71
YERUTÍ	63,6	30,7	69,2	44,08	0,69
TAPÓ JOÁ	32,9	29,2	70,7	23,29	0,70
ROCHA	83,4	26,6	73,3	61,16	0,73

Tabla 2. Parámetros cuantitativos obtenidos del cultivo bianual.

Datos cuantitativos obtenidos de los clones de ciclo bianual					
Cultivar	Biomasa Fresca Total (tn ha <sup>-1</sup> )	Biomasa Particionada		Rendimiento de raíces comerciales (tn ha <sup>-1</sup> )	Índice de cosecha (%)
		Parte aérea (%)	Raíces (%)		
AMARILLA	35,1	25,5	74,5	26,16	0,74
CATIGUÁ	68,2	12,8	87,2	59,50	0,87
RAMADA PASO	65,7	25,2	74,7	49,16	0,74
PALOMITA	62,9	43,6	56,4	35,50	0,56
STA. CATARINA	55,3	27,7	72,3	40,00	0,72
YERUTÍ	75,0	65	35	26,25	0,35
TAPÓ JOÁ	35,3	44,3	55,66	19,66	0,55
ROCHA	157,5	27	73	115,00	0,72

Según los resultados obtenidos en los términos de esta pasantía podemos observar que en el caso de los cultivares Catiguá, Ramada Paso, Palomita, Santa Catarina y Rocha con ciclo bianual superaron los rendimientos respecto de los ciclos anuales. Podemos decir que la mayoría de los cultivares manifestaron una respuesta positiva tal como se esperaba, pero en Yerutí, Tapó Joá y Amarilla los rendimientos fueron menores, en los dos primeros podría deberse a que estos hayan utilizado las reservas durante el período invernal y a causa de esto tengan menores rendimientos de raíces frescas. El cultivar Amarilla indudablemente es apto para cultivo anual, ya que ofrece el mayor rendimiento por hectárea respecto a todos los demás cultivares, también es el que presentó mayor índice de brotación en la plantación. Cabe aclarar que el cultivar Amarilla no es requerido para la industria debido a la pigmentación de la raíz.

El rendimiento de raíces comerciales fue notablemente favorable en cultivo bianual, Catiguá arrojó 22,87 tn ha<sup>-1</sup> de diferencia con el cultivo anual, Santa Catarina 7,5 tn ha<sup>-1</sup> de diferencia con el cultivo anual y Rocha con la mayor diferencia expresada en 53,84 tn ha<sup>-1</sup> de diferencia, en estas situaciones podemos deducir que es totalmente conveniente producir estos clones en ciclo bianual. Los clones Palomita y Ramada Paso si bien tuvieron un rendimiento superior la diferencia no justificaría realizar cultivo bianual.

Asimismo todos los cultivares superaron ampliamente el promedio de 12 tn ha<sup>-1</sup> que normalmente se da en la provincia de Corrientes (M.P.T.T, 2012).

En cuanto a la biomasa fresca total (tn ha<sup>-1</sup>) en el ciclo bianual hay rendimientos superiores en la mayoría de los clones (Catiguá, Palomita, Santa Catarina, Yerutí, Tapó Joá y Rocha) esto es un dato importante ya que la parte aérea también se puede someter a diferentes procesos para la obtención de productos con destino a la alimentación animal, tanto para aves, peces, cerdos y rumiantes. Se procede a la deshidratación del follaje para eliminar la humedad, disminuir la concentración de ácido cianhídrico y facilitar la incorporación del producto final en raciones balanceadas (Uset, 2009).

Cabe destacar el comportamiento del clon Amarilla que obtuvo 160 tn ha<sup>-1</sup> de biomasa fresca total demostrando un potencial superior en comparación con los demás clones en ciclo anual, no solo en cuanto a la biomasa sino como se mencionó anteriormente obteniendo 80,47 tn ha<sup>-1</sup> de rendimiento de raíces comerciales.

En el caso de Palomita, al no presentar ramificación, tener menor biomasa fresca total y menor rendimiento nos da la posibilidad de realizar un cultivo de mayor densidad.

Cuando se destina a la producción de forraje para elaborar ensilaje o suministro en fresco, se debe plantar a 60 u 80 cm entre surcos y 5 o 6 estacas por metro lineal para tener una población de 62.500 a 100.000 plantas por hectárea. Los cortes se deben realizar cada tres meses a una altura de 15 a 20 centímetros (Cuadrado, 2006). En este tipo de situaciones es conveniente la utilización del clon Palomita debido a su estructura.

## **Análisis de parámetros cualitativos**

Los porcentajes de materia seca (MS %) y de almidón (ALM%) de las raíces de mandioca se denominan comúnmente factores de calidad y varían mucho entre las diversas variedades. Estos factores están ligados con la fertilidad del suelo, la edad del cultivo, y el clima (principalmente las lluvias y la humedad del suelo). Depende mucho también de la severidad del ataque de plagas y de agentes defoliadores como el granizo.



Para calcular el rendimiento de materia seca y almidón de las raíces frescas (RRF) se utilizó el método de la gravedad específica (GE), la determinación es bastante sencilla, por lo tanto, esta práctica es útil y está al alcance del agricultor. Para llevar a cabo el mismo se utilizó una balanza con divisiones en decigramos (Fig. 24) y un recipiente para sumergir la muestra en una canastilla de malla metálica.

*Figura N° 24: Balanza utilizada en el método de gravedad específica.*

Se tomaron muestras de las raíces recientemente cosechadas, cuidando que las mismas sean representativas, es decir, raíces gruesas, delgadas, grandes y pequeñas, cortando previamente el pedúnculo. Este sitio donde se realiza el pesaje debe estar libre de corrientes de aire, ya que estas afectan la lectura de la balanza. Se pesan las muestras para obtener el peso fresco de raíces en el aire (PFRAi), procurando que la misma pese 3kg. Una vez que tenemos el PFRAi se debe tomar el Peso Fresco de las Raíces en el Agua (PFRAg). En un recipiente lleno de agua se introduce la canastilla de malla metálica atada a una cuerda, el otro extremo de la cuerda se ata a la balanza. La canastilla debe estar totalmente sumergida, y ni esta ni la cuerda deben tocar las paredes del recipiente. Luego se tara la balanza y se coloca la muestra de raíces en la canastilla. Una vez obtenido el peso de todas las muestras se calcula la GE utilizando la siguiente fórmula:

$$GE \gamma = \frac{PFRAi}{PFRAi - PFRAg}$$

Referencia**GE:** gravedad específica**PFRAi:** peso fresco de las raíces al aire**PFRAg:** peso fresco de las raíces al agua

El resultado debe tener 4 cifras y con el mismo se ingresa a una tabla para obtener el porcentaje de Materia Seca y Almidón en las raíces partiendo de su gravedad específica (densidad en la tabla).

A continuación podemos ver los datos obtenidos de Materia Seca y Almidón ambos expresados en porcentaje, y en rendimiento por hectárea para cada uno de los cultivares en ciclo anual (tabla 3) y en ciclo bianual (tabla 4).

Tabla 3. Datos cualitativos obtenidos de raíces provenientes de los clones de ciclo anual.

Datos cualitativos obtenidos de los clones de ciclo anual				
Cultivar	%MS	Almidón (%AL)	Rend. De MS (tn ha <sup>-1</sup> )	Rend. de Almidón (tn ha <sup>-1</sup> )
AMARILLA	33,25	31,13	26,7	25,0
CATIGUÁ	35,95	33,77	13,1	12,3
RAMADA PASO	28,43	26,43	13,4	12,4
PALOMITA	31,38	29,63	9,5	8,9
STA. CATARINA	31,74	29,65	10,3	9,6
YERUTÍ	27,68	25,69	12,2	11,3
TAPÓ JOÁ	36,84	34,64	8,5	8,0
ROCHA	33,46	28,08	20,4	17,1

Tabla 4. Datos cualitativos obtenidos de raíces provenientes de los clones de ciclo bianual.

Datos cualitativos obtenidos de los clones de ciclo bianual				
Cultivar	MS (%)	Almidón (AL%)	Rend. de MS (tn ha <sup>-1</sup> )	Rend. de Almidón (tn ha <sup>-1</sup> )
AMARILLA	37,38	35,17	9,7	9,2
CATIGUÁ	37,91	35,67	22,5	21,2
RAMADA PASO	33,19	31,1	16,3	15,2
PALOMITA	35,23	33,06	12,5	11,73
STA. CATARINA	36,79	34,33	14,7	13,7
YERUTÍ	32,31	30,2	8,4	7,9
TAPÓ JOÁ	36,29	34,07	7,1	6,69
ROCHA	31,22	29,15	35,9	33,52

De lo expuesto en las tablas 3 y 4 podemos deducir que al superar el 23% de Almidón, en todos los clones, en ambos ciclos de cultivo, esto nos permite un marco más amplio de posibilidades para la comercialización de las raíces, ya que podrían destinarse tanto a la industria como al consumo en fresco (en el caso de las anuales).

El cultivar Rocha (bianual) denotó el mayor rendimiento, tanto en Almidón por hectárea como de Materia Seca, superando ampliamente a los demás cultivares.



## ACTIVIDADES DESARROLLADAS A CAMPO

### Almacenamiento de ramas

- **Selección y almacenamiento de ramas**

Luego de realizados los análisis cuali-cuantitativos se almacenaron las ramas (Fig. 25) destinadas a la obtención de estacas.

Para lograr una buena producción de mandioca es necesario lograr un buen establecimiento del cultivo, sanidad adecuada y de su nutrición inicial se encuentran la variedad y la calidad del material de propagación.

En la selección de la variedad o cultivar se deben tener en cuenta el potencial de rendimiento, la estabilidad, el tipo de planta, el número de ramificaciones, la resistencia a plagas y enfermedades.



La calidad de la “semilla” depende de la madurez y el grosor del tallo, del número de nudos, del tamaño de la estaca, la variedad, los daños mecánicos que presente a causa de su manipulación y su sanidad, es decir, libre de patógenos.

En las ramas de las que se obtendrán las estacas, la parte más adecuada es la media ya que en ellas hay mayor acumulación de sustancias de reserva y se encuentra madura fisiológicamente.

*Figura N° 25: Almacenamiento de las ramas estaqueras.*

Las ramas estaqueras se deterioran durante el almacenamiento debido a la deshidratación de los tallos, pérdidas de reserva por brotación y ataque de plagas y patógenos, lo cual ocasiona una reducción paulatina de la calidad de las estacas aprovechables, a medida que aumenta el período de almacenamiento. Para seleccionar la rama estaquera, se realizó una prueba de viabilidad que consiste en efectuar un corte superficial en la corteza del tallo y comprobar si de este fluye inmediatamente látex; en



caso positivo significa que la rama tiene humedad y capacidad de brotación, de lo contrario, si el látex no sale debe ser descartada porque no es viable. Finalmente, a las ramas seleccionadas se les elimina la base, el tercio superior, ya que se procura tener una relación 1:1 de leño y médula, debido a que el leño posee mayor cantidad de sustancias de reservas, mientras que la médula se deshidrata rápidamente. También se eliminaron las partes secas con machetes afilados y limpios para prevenir la transmisión de enfermedades. Las ramas se cortaron y luego se realizaron atados compactos de aproximadamente 25 unidades para facilitar su transporte y se conservaron en un lugar fresco, evitando la exposición directa a los rayos solares.

Es preferible almacenar las ramas en posición vertical (Fig. 25), uno de sus extremos en contacto con el suelo ya que pueden emitir raíces, esto es bueno para que puedan mantenerse hidratadas. Se pueden conservar de esta manera hasta por cuatro meses. Como medida preventiva las ramas se trataron con una mezcla de insecticida y fungicida, sumergirlas por un tiempo de 5-10 minutos, para protegerlas contra enfermedades, organismos patógenos, insectos y ácaros; la dosis utilizada fue con una dosis de 3 g de Benomil 50%, 3 g de Captan 50%, 3 ml de Dimetoato 50% y 1 L de agua.

#### • Obtención de estacas

Las ramas estaqueras fueron sacadas del almacenamiento (Fig. 26-B) para luego ser fraccionadas en estacas de 5 yemas como mínimo, o entre 10 y 15 cm de longitud (Fig. 26-A), esto depende del largo de los entrenudos. Las mismas fueron sumergidas en un caldo que contenía 1,5 cc de Dimetoato 50%, 2g de Mancozeb 80%, 4g de Oxicloruro de Cobre 70% y 1 L de agua, durante 4hs aproximadamente, y luego fueron plantadas.



**Figura N° 26:** A) “Semillas” para plantar. B) Ramas estaqueras con raíces.

### **Preparación del suelo y plantación**

Los rendimientos máximos se obtienen en un rango de temperatura entre 25-29° C, siempre que haya humedad disponible suficiente en el periodo de crecimiento. Por debajo de los 16° C el crecimiento se detiene, por este motivo la plantación se llevó a cabo el 22 de septiembre, para evitar que las estacas sean afectadas por las heladas.

La plantación fue realizada de forma manual. Al llevar a cabo la misma se tuvo



en cuenta variables tales como profundidad y longitud de las estacas. La profundidad de plantación fue de 5 a 8 cm, y la longitud de las estacas fue de 10 a 15 cm tal como se comentó anteriormente.

La preparación del suelo varía según el clima, el tipo de suelo y sus características físicas, biológicas y de vegetación, la topografía, el grado de mecanización y otras prácticas agronómicas.

**Figura N° 27:** Marcación del terreno a un distanciamiento de 1 x 1m.

El suelo destinado al cultivo es de textura arenosa de modo que no presenta problemas de compactación ni impedimentos mecánicos y con las tareas realizadas se consiguió dejarlo mullido.

La preparación del suelo comenzó 30 días antes de la plantación. Se realizó una pasada de arada de disco a 25 - 40 cm de profundidad para facilitar el crecimiento horizontal y vertical de las raíces. Seguidamente se realizaron dos rastreadas cruzadas y desmalezado con implementos de arrastre, utilizando un tractor Jhonn Dheree 140.

Se realizó la marcación del terreno (Fig. 27) y se precedió a realizar la plantación de los 8 cultivares. Se plantaron dos líneas con 12 estacas, en total 24 estacas plantadas

por cada clon. El marco designado fue de 100 x 100 cm que es el distanciamiento más utilizado, ocupando una superficie de 192 m<sup>2</sup>.

Al momento de la plantación se realizó un análisis de suelo con el fin de determinar la disponibilidad de nutrientes y poder efectuar así un plan de fertilización.

### **Muestreo de suelo**

Conociendo la necesidad de nutrientes que requiere el cultivo en su ciclo recurrimos a la realización de un muestreo de suelo para saber que disponibilidad tiene el suelo y en qué medida es necesaria la fertilización.

Se separó cuidadosamente la cobertura vegetal del suelo, se empleó una pala,



luego se abrió un pozo, se extrajo la porción del suelo y manteniéndola sobre la pala se procedió a eliminar los bordes laterales, de tal manera que la parte seleccionada tenga 10 cm de ancho, y la longitud sea igual a la profundidad a la cual se realizó el muestreo de suelo.

La profundidad a la cual se tomaron las muestras fueron a los 0-10 cm y otra a los 10-20 cm, ya que las plantas tienen su mayor densidad de raíces a la profundidad de arada (0-20cm).

***Figura N° 28: Mezcla de submuestras y cuarteo de la misma***

Se extrajeron 5 muestras en un diseño en diagonal, una vez recogidas todas las submuestras se realizó el cuarteo de la muestra compuesta (Fig. 28). Eliminando alternativamente una porción de suelo, hasta quedar con una muestra compuesta por 5 submuestras de 1 kg aproximadamente.

### **Análisis químico de suelo**

Debido a que la mandioca se cultiva generalmente en suelos de baja fertilidad mientras que la planta tiene requerimientos de medios a altos, resulta claro que la aplicación de fertilizantes es esencial para obtener altos rendimientos. Por otra parte extrae considerables cantidades de nutrientes del suelo, especialmente  $N_2$  y K, y el cultivo continuo sin la fertilización adecuada conduciría pronto al agotamiento del suelo y a rendimientos reducidos.

La fertilidad del suelo no sólo afecta a los rendimientos, sino también a la cantidad y a la calidad de la “semilla” producida. En suelos pobres, la producción de material es baja, pero se pueden obtener aumentos tanto en número como en peso de las estacas mediante la fertilización.

En la nutrición vegetal es importante la fertilización como práctica de manejo, para recuperar, sostener y mantener la fertilidad del suelo y aumentar la productividad, evitando que aparezcan deficiencias que afecten el crecimiento y desarrollo de la planta.

La mandioca es un cultivo que produce rendimientos relativamente aceptables bajo condiciones de baja fertilidad mediante la reducción de su índice de área foliar manteniendo así un alto nivel de nutrientes en las hojas y aumentando la traslocación de carbohidratos hacia las raíces. Por otra parte es muy sensible a la sobre fertilización, la cual aumenta excesivamente su follaje, especialmente en altas poblaciones de plantas.

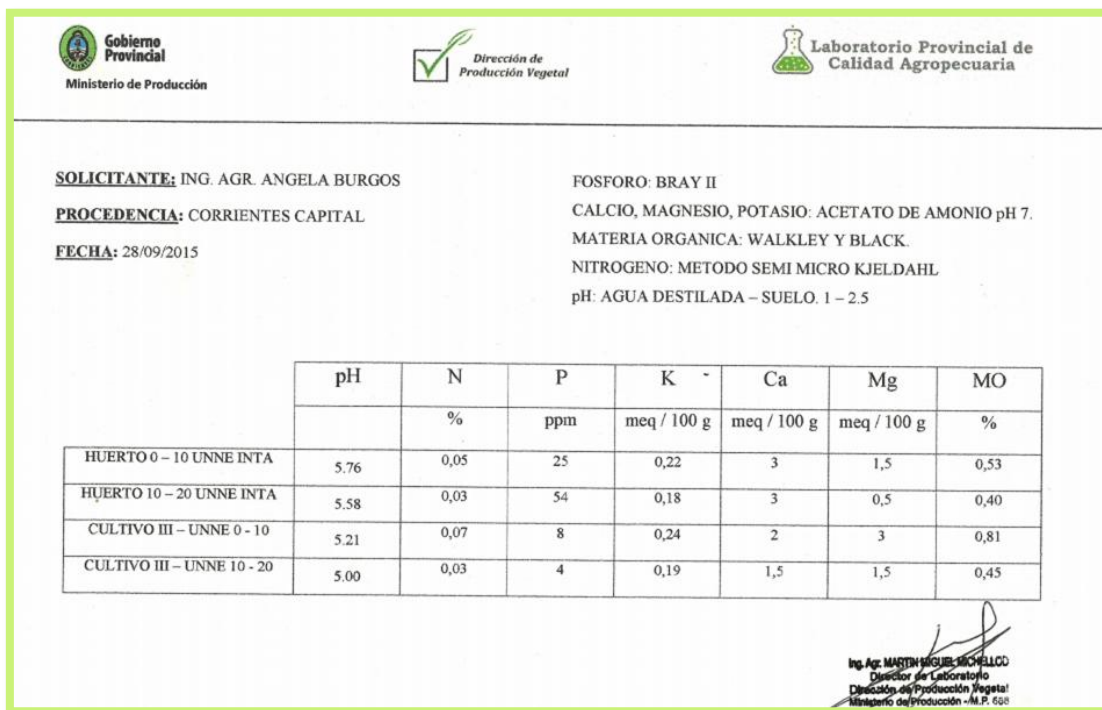
Este cultivo extrae relativamente grandes cantidades de nitrógeno ( $N_2$ ) del suelo, especialmente si se remueven las hojas y los tallos juntos, como fue en el caso de esta cosecha (Howeler, 1981).

La deficiencia de Nitrógeno es más común en suelos arenosos o muy ácidos donde el bajo pH puede disminuir la descomposición microbiana de la materia orgánica, además de presentar estos suelos bajos niveles de la misma. La deficiencia de Fósforo también es muy común en suelos ácidos.

Según datos presentados en Howeler (1981) se han registrado disminuciones de 32 a 25% en el contenido de almidón de las raíces cuando se eliminó el P de la solución nutritiva del suelo. Por lo tanto podemos decir que la mandioca requiere elevada disponibilidad de P.

En el análisis se determinó la acidez del suelo (pH), Nitrógeno, Materia Orgánica (M.O.), expresados en unidades de porcentaje (%); Fósforo, expresado en partes por millón (ppm), Potasio, Calcio, y Magnesio, expresados en miliequivalentes

por cada 100 g de suelo seco (meq/100g de suelo seco). El mismo fue llevado a cabo en el CE.TE.PRO.



**Figura N° 29:** Análisis de laboratorio mostrando la disponibilidad de nutrientes en el huerto clonal donde se realizaron las prácticas de manejo del cultivo, (en el documento se corresponden con las dos primeras filas).

Es importante conocer la necesidad de fertilización de un cultivo y eso está dado en base a la siguiente fórmula:

$$NF = \frac{RPC - S}{E} * 100$$

## Referencias

NF: Necesidad de fertilización (Kg/ha)

RPC: Requerimiento ponderado del cultivo (Kg/ha)

S: Disponibilidad del nutriente en el suelo (Kg/ha)

E: Eficiencia del fertilizante (%)

100: Constante Porcentual

Los requerimientos nutricionales del cultivo se refieren a los nutrientes extraídos por el cultivo al final del ciclo del cultivo (cosecha), es decir que son los nutrientes que la misma necesita para completar su desarrollo. En la tabla 5 se puede observar la extracción de nutrientes por toneladas de raíces frescas cosechadas (Howeler, 1981).



Tabla 5. Extracción de nutrientes por tonelada de raíces frescas cosechadas (Howeler, 1981).

Nutrientes	Requerimientos (Kg/tn)
Nitrógeno (N <sub>2</sub> )	4,42
Fósforo (P)	0,67
Potasio (K)	3,58
Calcio (Ca)	1,36
Magnesio (Mg)	0,82
Azufre (S)	0,42

Para cuantificar la disponibilidad del nutriente se deben expresar los resultados del análisis en términos de Kg/ha. Para ellos, debemos tener en consideración la densidad aparente, la profundidad de arada, que está dada en base a la profundidad de las raíces, con el fin de obtener el peso de la hectárea, para expresar los meq/100 g de suelo seco en kg/ha.

Con los datos del requerimiento ponderado del cultivo (RPC), la disponibilidad del nutriente en el suelo (S), y la eficiencia de la fertilización (E), se procedió a la utilización de la fórmula antes mencionada, y en base a los resultados se determinó



necesaria la dosis por planta de 3g de urea para aportar Nitrógeno y 2g de Superfosfato triple como fuente de Fósforo. Esta dosis calculada fue fraccionada en dos aplicaciones.

**Figura N° 30:** Dosis de los respectivos fertilizantes, (der.) superfosfato triple, (izq.) urea.

Por lo tanto se aplicó 1,5g de urea (Fig. 30-A) y 1g de Superfosfato triple (Fig. 30-B) por cada planta en forma de medialuna en cada aplicación.

La primera aplicación se realizó a los 30 días de la plantación y la segunda a los 45 días.



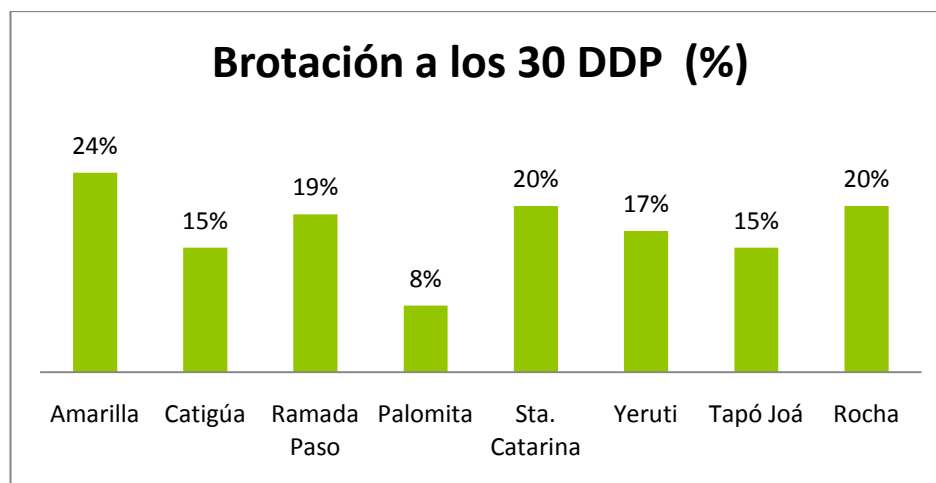
**Figura N° 31:** Aplicación de los fertilizantes.

Debido a las fallas de algunas estacas se realizó una reposición la cual recibió el tratamiento de fertilización bajo el mismo esquema.

### **Porcentaje de brotación**

El tamaño de las estacas determina la cantidad de sustancias de reserva disponibles para una buena brotación y vigor inicial. Las estacas pequeñas expresan baja capacidad de brotación (sobre todo en sequías prolongadas) y estacas muy largas tienen mayor capacidad de enraizamiento y brotación, pero son de difícil manipuleo, reducen la tasa de multiplicación de las plantas y tienen más posibilidades de ser atacadas por plagas y/o enfermedades. Es por esto que se recomienda utilizar estacas que contengan 5 a 7 yemas sanas (Vega, 2009).

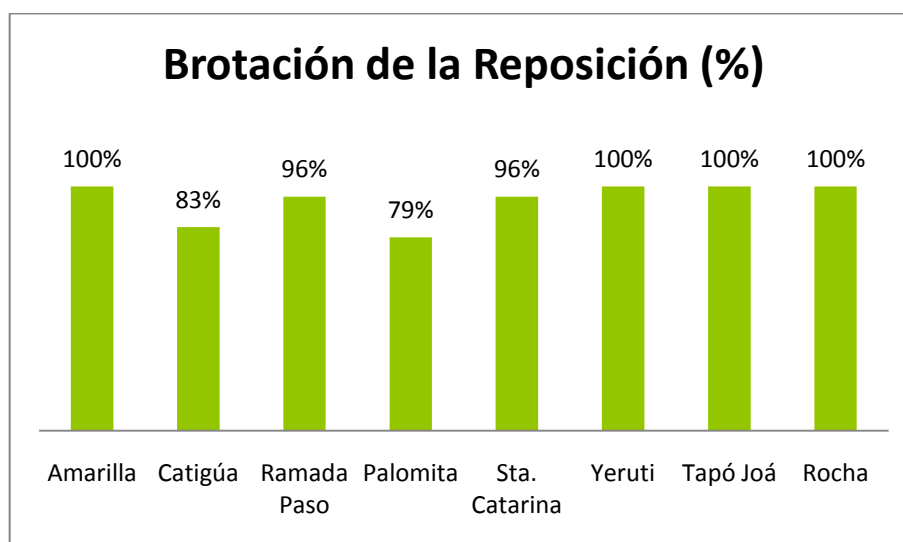
En la figura 32 podemos ver la respuesta de las estacas a la brotación (%) a los 30 días de plantadas.



**Figura N° 32:** Brotación de las estacas a los 30 días de plantación.

Los cultivares Amarilla, Santa Catarina, Yerutí y Rocha son los que mejor respuesta tuvieron. Los restantes tuvieron bajo porcentaje de brotación, en especial Palomita, esto puede deberse a que después de realizada la plantación no hubo precipitaciones, motivo por el cual pudo verse afectado por la falta de humedad en el suelo.

Después de un mes de la plantación se realizó la reposición de las estacas que no brotaron (Fig. 33). La plantación de la reposición también fue manual y horizontal. En este caso se pudo ver una mejor respuesta de los cultivares porque fueron acompañadas de mejores condiciones tanto de humedad como temperatura.

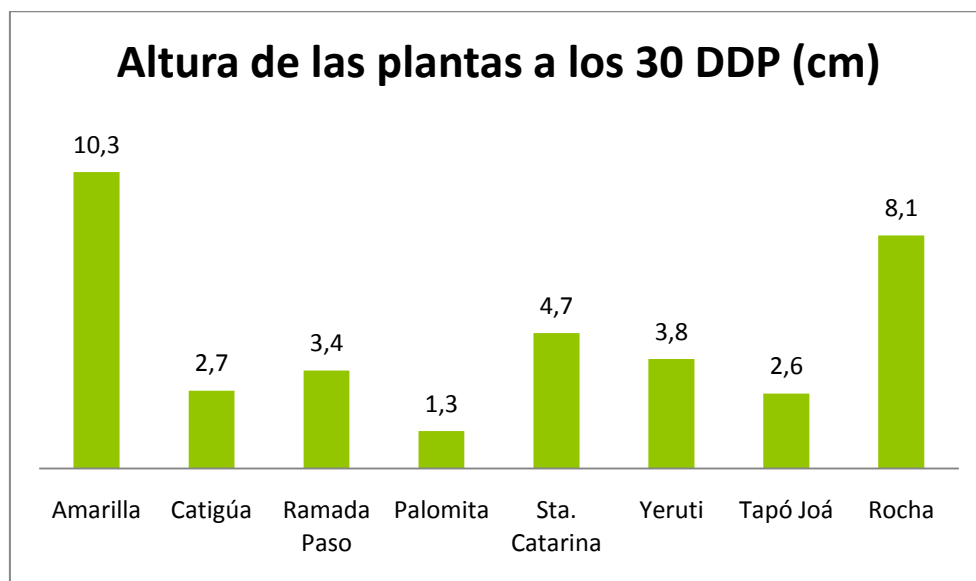


**Figura N° 33:** Brotación de la reposición a los 60 días.

Gracias a haber realizado la reposición de las fallas se pudo obtener el stand de plantas que observamos en la figura 33.

En cuanto al crecimiento de los clones podemos ver en la figura 34 que el clon Amarilla y Rocha fueron los que presentaron un comportamiento destacado, y los restantes que tuvieron alturas menores, lo cual puede deberse a diferencias genotípicas.





**Figura N° 34:** *Altura de las plantas a los 30 días después de la plantación.*

En la figura 34 podemos ver el crecimiento de los diferentes clones, medidos a través de la altura de las plantas (cm), después de realizar el promedio de cada clon a los 30 días de la plantación.

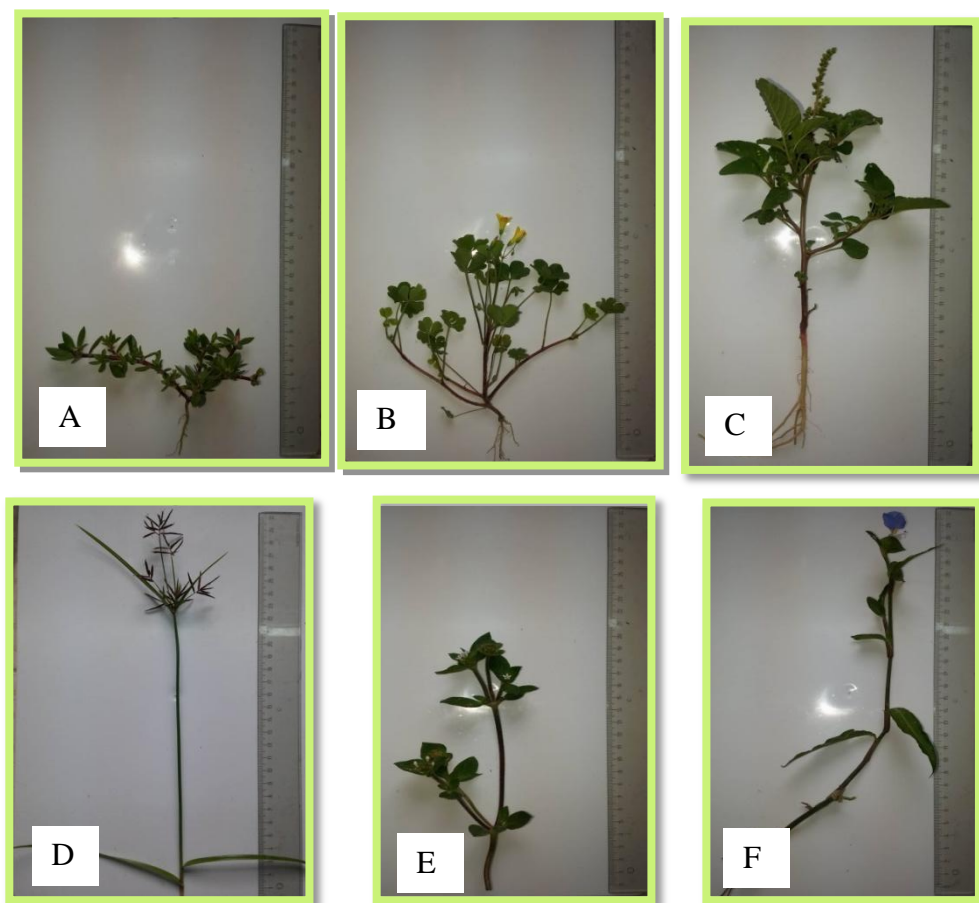
## **Identificación visual de malezas y su control**

El control de las malezas es de fundamental importancia ya que en el ciclo del cultivo causa una disminución del 50% en el rendimiento cuando se presentan altas infestaciones en los primeros 60 días del cultivo y puede llegar a representar el 30% de los costos de la producción (Calle, 2002).

Existen diferentes opciones para controlar las plantas competidoras. El control debe ser sistemático e integrado. Se utilizaron controles culturales, manuales y químicos. El control cultural agrupa prácticas específicas que logran hacer que el cultivo sea más competitivo que las malezas; la selección adecuada del cultivar, el uso de estacas de buena calidad, óptima densidad de plantación y la protección del cultivo. El control manual es importante como consecuencia del lento crecimiento inicial de la planta, por ese motivo es necesario hacer varios deshierbes con implementos manuales, hasta cuando el cultivo cierre completamente e impida el desarrollo de las malezas por la reducción en la entrada de luz. El control químico se realizó utilizando herbicidas preemergentes, los cuales evitan el crecimiento de las malezas por un período que oscila entre 45 a 50 días, durante el cual el follaje no ha cerrado aún.

En el manejo del presente lote, para la correcta elección del herbicida preemergente fue necesario reconocer las malezas predominantes para lo cual se realizaron monitoreos semanales pudiendo observar tanto malezas monocotiledóneas como dicotiledóneas, por ejemplo *Portulaca sp.* (Fig. 35-A), *Oxalis sp.* (Fig. 35-B), *Amaranthus viridis* (Fig. 35-C), *Cyperus rotundus* (Fig. 35-D), *Richarda brasiliensis* (Fig. 35-E), y *Commelina erecta* (Fig. 35-F).

Una vez identificadas las malezas se decidió realizar una aplicación con Haloxifop 24%. Se aplicó una dosis de 100 ml en 20 l de agua por la alta presencia de gramíneas y ciperáceas. Debido a la baja eficiencia que se obtuvo se realizó una aplicación de Glifosato dirigido al 3% en 20 litros con secuestrante catiónico y coadyuvante logrando un mejor resultado ya que el mismo es no selectivo controlando tanto hojas anchas como gramíneas.



**Figura N° 35:** *A) Portulaca sp. B) Oxalis sp. C) Amaranthus viridis. D) Cyperus rotundus. E) Richardia brasiliensis. F) Commelina erecta.*

## **Plagas y enfermedades**

La habilidad de la planta de mandioca para recuperarse de daños de plagas es una cualidad importante que debe ser considerada y hace que el cultivo se defina como rústico.

La selección de material de propagación sano y vigoroso junto con un tratamiento de fungicida e insecticida de bajo costo, permite una brotación rápida y exitosa. Se asegura así el vigor inicial de la planta durante esta fase tan importante.

Hay especies que se consideran plagas menores y ocasionan pocas pérdidas en el rendimiento y otras se consideran plagas mayores porque han coevolucionado con el



cultivo y lo hacen su principal o único hospedero; estas plagas pueden causar daños severos al cultivo. Estas plagas mayores son los ácaros, trips, taladro, entre otros (Ceballos, 2002).

En la plantación bajo estudio se observó taladro (*Coelostermus sp*) (Fig. 36) en ramas de Tapó Joá, Ramada Paso, Rocha y Santa Catarina, por ese motivo estas ramas fueron eliminadas.

**Figura N° 36:** Deterioro de la médula causada por *Coelostermus sp*.

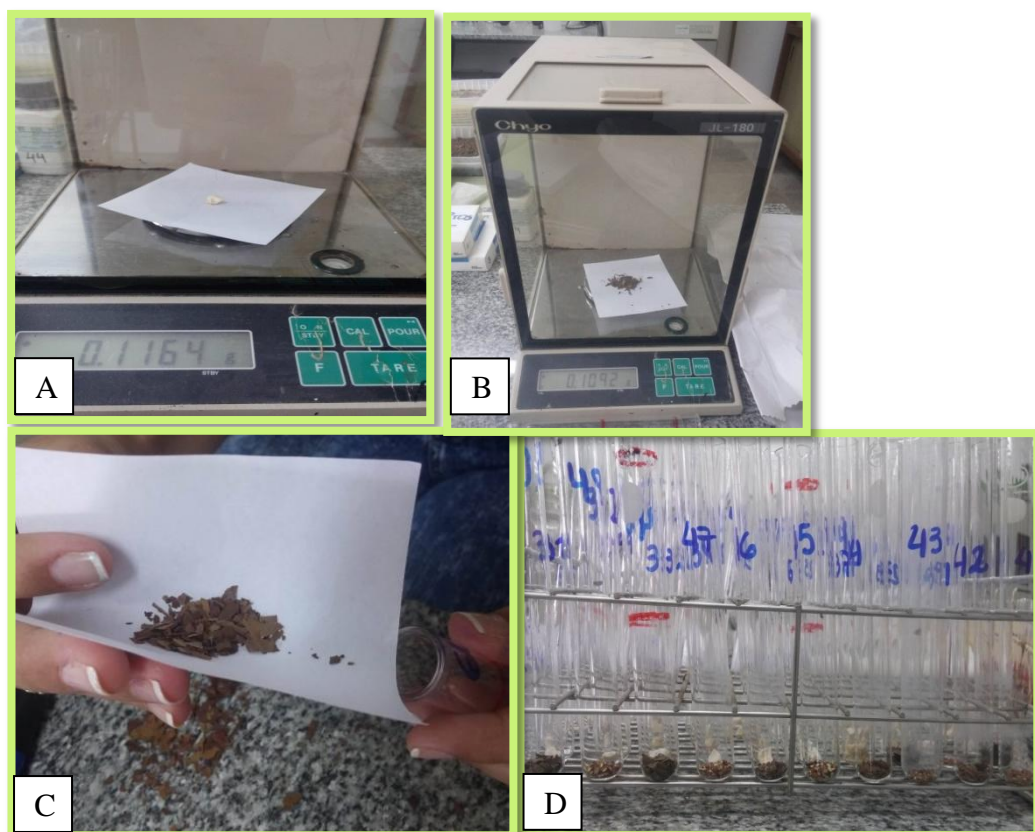
### **Análisis de laboratorio**

El día 10 de diciembre, se realizó el procesamiento de las muestras de lámina foliar, pecíolo, tallo y raíz (que previamente habían sido llevadas a estufa hasta peso constante), con el fin de determinar la concentración de macronutrientes presentes en ellas.

Se comenzó por moler la raíz de cada muestra, habiendo 3 (tres) repeticiones de cada variedad y pesar aproximadamente 0,1000 gr (Fig. 37-A)

Luego se trituraron las láminas foliares en un mortero de porcelana con pilón, y se pesó la misma cantidad (Fig. 37-B).

Así mismo se realizó el procesamiento de pecíolos y tallos y se colocaron en tubos de ensayo con su respectiva numeración (Fig. 37- C-D).



**Figura N° 37** A) Pesaje de porción de tubérculo. B) Pesaje de hojas trituradas. C) Colocación de la muestra en tubos de ensayo. D) Tubos de ensayo con las respectivas muestras.

Luego de procesadas las muestras se realizó una digestión Nitroperclórica para determinar P, K, Ca, y Mg, y una digestión Sulfúrica para poder determinar el contenido de Nitrógeno (N<sub>2</sub>), por el método de Kjeldahl.

Todos los resultados de los análisis se expresan en porcentaje (%) sobre materia seca.

El análisis se llevó a cabo en el Centro Tecnológico de Producción (CE.TE.PRO.)

Según Howeler (1981) la mandioca presenta los siguientes rangos de nutrientes (%) en las láminas foliares y en raíces como se observa en la Tabla 6.

Tabla 6. Rangos de nutrientes (%) en las láminas foliares y en raíces.

ELEMENTO	HOJAS	RAÍCES
N %	5,1-5,8	0,27
P %	0,36-0,50	0,11
K %	1,3-2,0	0,59
Ca %	0,75-0,85	0,10
Mg %	0,29-0,31	0,13

Tabla 7. Análisis de macronutrientes en raíces tuberosas expresados en porcentajes (%).

MUESTRA	VARIEDAD	N	P	K	Ca	Mg
1	YERUTI	0,88	0,02	1,57	1,39	0,46
2	RAMADA PASO	0,49	0,09	0,75	1,15	1,62
9	CATIGUA	0,95	0,09	1,17	1,23	0,34
10	ROCHA	0,92	0,06	1,56	1,02	0,54
11	AMARILLA	1,21	0,03	1,49	1,41	0,67
12	SANTA CATARINA	0,79	0,08	1,89	1,54	0,74
14	PALOMITA	1,05	0,05	1,57	1,00	0,71
15	TAPO JOA	0,77	0,07	1,36	1,50	0,90

Tabla 8. Análisis de macronutrientes en hojas y pecíolos expresados en porcentajes (%).

MUESTRA	VARIEDAD	N	P	K	Ca	Mg
1	YERUTI	0,94	0,16	1,87	3,03	0,99
2	RAMADA PASO	1,03	0,17	1,5	6,39	1,73
9	CATIGUA	2,39	0,12	0,57	3,89	0,78
10	ROCHA	1,80	0,10	0,71	5,60	1,16
11	AMARILLA	0,74	0,17	0,61	5,35	1,13
12	SANTA CATARINA	0,44	0,09	1,18	4,91	0,54
14	PALOMITA	2,45	0,14	1,58	5,42	0,41
15	TAPO JOA	2,26	0,09	1,53	3,92	0,31

En cuanto a los análisis de hojas y pecíolos podemos ver que todos los cultivares presentaron altos valores de Ca y Mg. En el caso de Yerutí, Palomita y Tapó Joá presentaron valores normales de K, los restantes tuvieron niveles por debajo de los normales. En cuanto al P y al N todos los cultivares mostraron niveles muy bajos, todos en relación a lo indicado por Howeler (1981).

Los análisis de raíces tuberosas demostraron altos valores de N, K, y Ca, valores por debajo de los normales en el caso de P y Mg. El cultivar Ramada Paso arrojó valores altos de Mg como única excepción.

### **Destino de la producción anual y bianual**

La producción de la cosecha anual tuvo como destino la comercialización para consumo fresco con el objetivo de abastecer el Comedor Universitario del Campus Deodoro Roca y Sargento Cabral, la misma fue cosechada y al siguiente día vendida para evitar pérdida de pos-cosecha.

La producción de la cosecha bianual fue enviada a la escuela ERAGIA con el fin de realizar el procesamiento industrial de obtención de almidón. Dicha actividad fue realizada en el marco de los trabajos prácticos de la asignatura “industrias agrícolas” correspondientes al séptimo año del establecimiento. El equipamiento fue facilitado por el INCUPO (Instituto de Cultura Popular).

El rendimiento del proceso de extracción varía entre 17 y 25 por ciento, lo que corresponde a una relación de peso de raíces frescas: almidón de 6-4:1, dependiendo de la eficiencia de los equipos utilizados.

La escuela recibió las mandiocas, realizaron el método de la gravedad específica, y después de pesadas se llevó a cabo el lavado y pelado de las raíces por medio de una maquina lavadora/peladora (Fig. 38-A) que consta de un tambor cilíndrico, donde las raíces reciben chorros de agua mientras se friccionan unas con otras y contra la lámina del tambor que tiene agujeros rectangulares que permiten la salida de desechos (Alarcón, 1998).

Una vez lavadas las raíces, el rallado se llevó a cabo con una maquina en la cual manualmente se iba colocando las raíces (Fig. 38-B) y salían de la misma la pasta ya triturada (Fig. 38-C).

Se colocó el puré en un lienzo y se realizó un tamizado, el almidón fue arrastrado por agua y luego se lo colocó en bateas de sedimentación (Fig. 38-D) para separar los gránulos de almidón del agua. Esta etapa puede durar 3 horas. Al final en las bateas se obtienen tres capas: la capa inferior es el almidón, la intermedia se denomina mancha (almidón mezclado con material proteico) y la capa superior es agua. El agua sobrenadante se eliminó y se dejó sedimentar de nuevo para separar restos de mancha.





**Figura N° 38:** *A) Máquina lavadora/peladora B) Triturador de mandioca C) Puré de mandioca D) Pileta de sedimentación del almidón.*

El secado es una de las etapas más limitantes en el proceso de extracción de almidón en las agroindustrias de mediana escala ya que se requieren grandes extensiones de suelo para los patios de secado y contar con un clima favorable (Alarcón, 1998).

## CONCLUSIONES

La bibliografía consultada nos indica que los caracteres morfológicos son útiles para diferenciar cultivares. En esta pasantía se analizaron varios caracteres muchos de los cuales no resultaron específicos para diferenciar los ocho cultivares evaluados, como por ejemplo la presencia de pedúnculo y la forma de las raíces, el número de lóbulos, las longitudes del lóbulo central, el largo de los entrenudos entre otros, no constituyen caracteres diagnóstico.

No obstante los resultados son positivos pues cinco cultivares pudieron ser diferenciados por un solo carácter. Así, el cultivar Palomita se diferencia por sus hojas ya que es la única que presenta el lóbulo central lineal, el cultivar Rocha se caracteriza por la pigmentación rojiza en la zona del cambium de la raíz. Tal como indica su nombre, el cultivar Amarilla se destaca por la coloración amarilla de la pulpa de la raíz. Por otra parte el cultivar Tapó Joá se caracteriza por el pecíolo de sus hojas que son de color verde. Catiguá y Santa Catarina presentan la pulpa de sus raíces de color blanco.

Para diferenciar o caracterizar los cultivares Catiguá y Santa Catarina fue necesario combinar otros dos caracteres: posición de los pecíolos y las características de las estípulas. Así, Catiguá tiene estípulas en forma de crestas y Santa Catarina las estípulas son bífidas

En cuanto a la caracterización productiva de cada uno de los cultivares estudiados se pudo ver que:

i) El cv. Amarilla presentó un comportamiento sobresaliente, tanto en la producción de raíces frescas comerciales como en la producción de biomasa total, cuando fue analizado bajo un ciclo anual. Por lo que sería totalmente conveniente seleccionarlo, ya sea para producir raíces como hortaliza, para extraer almidón, o como forrajera, pudiendo considerárselo como un material multipropósito. Otra característica importante de ser destacada es que alcanzó el 100% de estacas brotadas, no presentó fallas, por lo que no hubo necesidad de realizar reposición, con las claras ventajas que eso suscita para el manejo del cultivo.

ii) Contrastante fue la respuesta observada en el cv. Palomita que en términos generales fue el que menor rendimiento de raíces frescas aportó y menor concentración de almidón presentó, asociado a una muy baja producción de masa aérea tanto en el ciclo anual como bianual de cultivo. Por la arquitectura aérea particular del clon, su bajo rendimiento de raíces podría ser compensado utilizando marcos de plantación más estrechos que llevarían a una mayor densidad de plantas. En cuanto a las estacas, Palomita aún con reposición de fallas no pudo lograr el 100% del stand de plantas, lo que denota el menor vigor del clon respecto a otros evaluados en las condiciones del ensayo.

iii) Por otro lado, los cultivares Catiguá, Santa Catarina y principalmente Rocha, resultaron notablemente más favorecidos en ciclos bianuales, ya que prácticamente duplicaron los rendimientos en comparación con el ciclo anual, por lo que sería conveniente dejarlos en el campo dos años y destinarlos a la industria.

iv) Finalmente, en cuanto a los cultivares Ramada Paso, Yeruti y Tapó Joá, presentaron un comportamiento intermedio entre ambos ciclos, motivo por el que al no aumentar su rendimiento considerablemente en el segundo ciclo de crecimiento, sería preferible producirlas en cultivo anual, ya que aún en este ciclo corto superaron el valor de base de almidón requerido por la industria.

Este trabajo de pasantía me ha permitido conocer el potencial de rendimiento de cada variedad de mandioca y ser capaz de tomar decisiones acerca de la conveniencia del cultivar a implantar en cada situación particular, y de conducirlo a 1 o 2 años teniendo presente el o los posibles destinos de la producción. Además, teniendo conocimiento particular de la estructura aérea de los diversos cultivares, permite analizar la posibilidad de diferentes distanciamientos y densidades de plantación.

Asimismo, el trabajo de campo me ha permitido apreciar la importancia de la aplicación de las buenas prácticas de cultivo de mandioca; el adecuado almacenamiento de ramas, la realización en tiempo y forma de los tratamientos sanitarios, la intensidad del control de malezas y la fertilización adecuada; tecnología básica fácilmente transferible al pequeño productor que permitirá disminuir la brecha entre el rendimiento promedio real y el rendimiento potencial de cada cultivar para las condiciones agroecológicas del noroeste de Corrientes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R.A., A.C. Tamayo y R. Palacios. 2006. Caracterización morfológica y extracción de ADN de 11 clones de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) en la Universidad EARTH, Costa Rica. *Tierra Tropical* 2: 67-75.
- Alarcón, F. y Dufour, D. 1998. Almidón Agrio de yuca en Colombia, publicación CIAT Centro Internacional de Agricultura Tropical n: 268. ([www.clayuca.or/sitio/images/publicaciones/almidon\\_agrio\\_tomo\\_1.pdf](http://www.clayuca.or/sitio/images/publicaciones/almidon_agrio_tomo_1.pdf)) fecha de consulta: 25/02/2016.
- Bongiovanni, R.; Morandi, J.; Troilo, L. (Editores). 2012. Competitividad y calidad de los cultivos industriales: caña de azúcar, mandioca, maní, tabaco, té y yerba mate. 1era ed. Manfredi, Córdoba (AR): Ediciones INTA. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. 212 p.
- Bruniard, E. 2000. Los regímenes climáticos y la vegetación natural. Aportes para un modelo fitoclimático mundial. Academia Nacional de Geografía. p. 79. Publicación Especial N° 16. Buenos Aires, Argentina.
- Calle, F. 2002. "Control de Malezas en el cultivo de la yuca". En: B. Ospina & H Ceballos (eds). *La Yuca en el Tercer Milenio. Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización, y Comercialización*. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) Cali, Colombia. 7: 126-128
- Carvalho, L.J.C.B., Souza, C.R.B., Cascardo, J.C.M., Bloch Junior, C. y Campos, L. 2004. Identificación y caracterización de un nuevo clon de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) con alto contenido de azúcar y almidón *La biología molecular de plantas* 56: 643-659.
- Ceballos, H. 2002. La yuca en Colombia y el mundo: nuevas perspectivas para un cultivo milenario. En: *La yuca en el tercer milenio*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia. Cap. 1 (1-13p). (Ospina, B. & Ceballos, H. eds).

- Ceballos, H & GA de la Cruz, 2002. Taxonomía y Morfología de la yuca. En: B. Ospina & H Ceballos (eds). La Yuca en el Tercer Milenio. Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización, y Comercialización. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) Cali, Colombia. 2:17-33
- Cuadrado, H., Mejia, S., Contreras, A. Romero, A., García, J., 2006. Manejo Agronómico De Algunos Cultivos Forrajeros Y Técnicas Para Su Conservación En La Región Caribe Colombiana. Corpoica. Centro de Investigación Turipana.
- Domínguez, C.E. 1981. Morfología de la planta de yuca. CIAT, Cali, Colombia. 44 pp.
- Domínguez, C.E., L.F. Ceballos y C. Fuentes. 1983. Morfología de la planta de yuca. En: Domínguez, C.E. (Ed.), Yuca: investigación, producción y utilización. Programa de Yuca. PNUD/CIAT, Cali, Colombia, p. 29-49.
- Escobar, H; Ligier D; Melgar, R; Matteio, H; Vallejos, O y col. 1996. Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes. Área de Producción Vegetal y Recursos Naturales E.E.A INTA-Corrientes.
- FAO/FIDA (Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola/ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y las Alimentación). 2000. La economía mundial de la yuca: hechos, tendencias y perspectivas. Roma, Italia. 59 p.
- Howeler, R. 1981 Nutrición mineral y fertilización de la yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali. Colombia. 55p.
- Lobo, R. 2004. Caracterización de yuca (*Manihot esculenta Crantz*).In Palma, R. Conservación in situ de cultivos nativos y parientes silvestres. Chorica, PE. Seminario taller. p 136-169.
- López, J. 2002. Semilla vegetativa de yuca. En: La yuca en el tercer milenio. Cali, Colombia. Cap. 4 (49-75p.) (Ospina, B. & Ceballos, H. eds.).
- Lozano JC 1987. Alternativas para el control de enfermedades en yuca. Reunión de trabajo sobre intercambio de germoplasma: cuarentena y mejoramiento de

- yuca y batata. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), y Centro Internacional de la Papa (CIP), Cali, Colombia, julio 1987.
- Montaldo, A., T. Gunz, J.J. Montilla, S. Pérez Alemán y A.E. Reverón. 1979. La Yuca o Mandioca (*Manihot esculenta*). San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 386 pp.
  - Montaldo, A. 1981. La Yuca. Instituto Interamericano de Cooperacion Para la Agricultura. San José, Costa Rica. 386 pp.
  - MPTT, 2012. Ministerio de Producción Trabajo y Turismo. Provincia de Corrientes-Servicio de Información Agroeconómica. Corrientes. Boletín Informativo Campaña 2010/11.
  - Ospina B. Garcia ML & Alcalde CA., 2002. Sistemas Mecanizados de Siembra y Cosecha para el Cultivo de Yuca. En: B. Ospina & H Ceballos (eds). La Yuca en el Tercer Milenio. Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización, y Comercialización. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) Cali, Colombia. 19: 327-339 p.
  - Ospina, B. y Ceballos, H. (eds) .2002. La Yuca Para en el Tercer Milenio. Bogotá, Colombia. 584 pp.
  - Prause, J. 2006. Análisis de suelo. Técnica de muestreos de suelo, agua, plantas. Bases prácticas para la fertilización. Editorial Librería La Paz. Resistencia, Chaco.96 pp.
  - Ramírez N. L. M. & Jiménez T. P. A. MANUAL TÉCNICO. EL CULTIVO DE LA YUCA *Manihot esculenta* Cranz; para producción forrajera y su utilización en alimentación de bovinos. Universidad Nacional de Colombia. 50p. Disponible en: <http://www.uneditorial.net>. Fecha de consulta 19/10/2015.
  - Toro, J.C. y A. Cañas. 1983. Determinación del contenido de materia seca y almidón en yuca por el sistema de gravedad específica. En: Domínguez, C.E. (Ed.), Yuca: investigación, producción y utilización. Programa de Yuca. PNUD/CIAT, Cali, Colombia, p. 567-575

- Uset, O.A. 2009. Utilización de Raíces y Parte Aérea de Mandioca en la Alimentación Animal. Informe técnico N°62. INTA EEA Montecarlo. 19 pp.
- Velázquez, E.J. 2006. Efecto de la variabilidad en genotipos de yuca sobre factores vinculados a la brotación y crecimiento de esquejes. Bioagro 18: 41-48.
- Vega, Moisés. 2009. Manejo de rama semilla de mandioca. Dirección de Extensión Agraria. (DEAg). Paraguay.

#### Páginas consultadas

- ABC Color: <http://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/abc-rural/manejo-de-rama-semilla-de-mandioca-24-06-09-1186674.html>
- CIAT: <http://isa.ciat.cgiar.org/urg/cassavacollection.do>
- Infoagro: <http://www.infoagro.com/hortalizas/yuca.htm>
- MIP: <http://platina.inia.cl/entomologia/mip.htm>
- NEA Corrientes Forestal:  
<http://neacorrientesforestal.blogspot.com.ar/p/informacion-tecnica.html>