



Universidad Nacional del Nordeste  
Facultad de Ciencias Agrarias



**“HOJAS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz)  
EN MICROSILOS BOLSA MIXTOS”**

**Trabajo Final de Graduación**

**Modalidad: Pasantía**

**Alumno: Fregosini, Mauro Andrés**

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

**Tribunal Evaluador: Ing. Agr. (Mgter) Miriam Porta.**

**Ing. Agr. (Mgter) Luis Gandara.**

**Ing. Agr. (Mgter) Analía B. Piccoli.**

**2016**

# ÍNDICE

|  |               |
|--|---------------|
| <b>Introducción.....</b>                                   | <b>1</b>      |
| <b>Objetivos.....</b>                                      | <b>3</b>      |
| <b>Descripción del lugar de trabajo.....</b>               | <b>3</b>      |
| <b>Caracterización climática del lugar de trabajo.....</b> | <b>4</b>      |
| <b>Caracterización edáfica del lugar de trabajo.....</b>   | <b>6</b>      |
| <b>Presentación del material de trabajo.....</b>           | <b>8</b>      |
| <b>Descripción de tareas desarrolladas</b>                 |               |
| Características agronómicas de cultivares de mandioca..... | 15            |
| Parámetros cuantitativos en mandioca (Materia Fresca)..... | 16            |
| Muestreo y Porcentajes de Materia Seca.....                | 18            |
| Evaluación de porcentajes de Macronutrientes.....          | 21            |
| Características agronómicas de caña de azúcar.....         | 23            |
| Parámetros cuantitativos en caña de azúcar.....            | 24            |
| Relación peso material picado y su volumen.....            | 25            |
| Realización del Ensilaje.....                              | 27            |
| Combinaciones de componentes de los Silos.....             | 27            |
| Evaluación Organoléptica y Química de los Silos.....       | 28            |
| <br><b>Conclusión.....</b>                                 | <br><b>31</b> |
| <b>Anexos.....</b>   | <b>33</b>     |
| <b>Bibliografía.....</b>                                   | <b>34</b>     |

## **INTRODUCCIÓN**

Para expresar la importancia y trascendencia del cultivo de mandioca en el contexto mundial, se presentan datos numéricos relevados bibliográficamente. La mandioca, *Manihot esculenta* Crantz, es considerada la tercera fuente de calorías en los países tropicales; después del arroz y el maíz (Ceballos, 2002).

Aunque es un cultivo autóctono de América Latina esta región aporta actualmente menos del 15% de la producción mundial. Las regiones que más se destacan actualmente son África con 53% y Asia con el 29%, de la oferta mundial, siendo un alimento básico para la seguridad alimentaria. El consumo en el continente africano fue de 115 kg de raíces per cápita en 2010, contra 18 kg en promedio en el resto del mundo. Finalmente, esta raíz es consumida y alimenta a más de 700 millones de personas en Asia, África y América Latina (Ceballos, 2002).

En Argentina las provincias que se destacan son Misiones, con el 70% de la producción, Corrientes con el 17%, Formosa con el 8% y por ultimo Chaco con el 5%. Misiones asigna 30.000 has para dicho cultivo, el 25% de la producción es destinada a la obtención de fécula, procesando alrededor de 70.000 tn de raíces lo que equivale a 17.500 tn de fécula de mandioca (Bongiovanni *et al.*, 2012). Por otra parte, la demanda de productos derivados no solo de fécula sino también de etanol es actualmente cada vez mayor, abriendo nuevos nichos de industrialización que demandará al mundo más producción de raíces.

El volumen promedio de las importaciones de almidón de mandioca en los últimos cinco años es de 8.000 tn/año (CAFAGDA, 2010), e indica una demanda nacional insatisfecha del 45%, debido a la falta de articulación entre los productores y el sector comercial, los bajos rendimientos ( $10 \text{ t.ha}^{-1}$ ) y la falta de tecnificación en el cultivo. Este déficit representa una oportunidad para la expansión de la producción de este cultivo, así como para la diversificación industrial, que permita obtener productos con mayor valor agregado.

El destino de la producción también satisface la alimentación animal, de hecho, el ensilado de raíces de mandioca es un recurso nutricional importante para la alimentación de bovinos y porcinos, aportando una gran cantidad energía, por ello podría ser una gran alternativa para reemplazar el uso de cereales en las dietas (Gil y Buitrago, 2002).

Si bien se cultiva principalmente por sus raíces, toda la planta se puede utilizar integralmente. En este sentido, en contraste con las raíces, el follaje presenta un elevado

contenido de proteína y tiene un gran potencial forrajero. Para los productores del NEA, las hojas de ésta especie no tendrían utilidad alguna, y acostumbran dejarlas en el campo sin saber o tener en consideración que poseen toneladas de proteína que quedan desperdiciadas, más aún en épocas donde este recurso resulta escaso.

La parte aérea de la mandioca (ramas, pecíolos y hojas) posee alto valor nutritivo, siendo muy bien aceptada por los animales y representa el 50% del peso total de la planta. Algunos autores consideran aprovechable para la alimentación animal, solamente el tercio superior del follaje, ya que éste es más rico desde el punto de vista nutricional.

En términos agronómicos, la masa de parte aérea producida depende del clima, de la edad de la planta, de la fertilidad del suelo, del espaciamiento y del cultivar, entre otros factores (Uset, 2009). Las características nutritivas o cualitativas, también fluctúan de acuerdo a la duración del ciclo productivo, variedad, tipo de suelo, época de cosecha y relación hojas/tallos. Si bien el nivel de fibra, generalmente es inferior con respecto a otros forrajes utilizados, no así con respecto a Vitaminas (A, las del complejo B y C) o minerales como Fe, Ca, P, Zn, Mn y Na, y pigmentantes, encontrados en mayor cantidad en las hojas y tallos de mandioca (Gil y Buitrago, 2002).

El ensilaje es un proceso de transformación bioquímica de material vegetal, en el que se aprovecha la fermentación ácida desarrollada por bacterias anaeróbicas que se multiplican cuando se elimina el oxígeno por compactación del material, y que permite la conservación de los elementos nutritivos del material ensilado.

El secreto de un buen ensilaje reside, principalmente, en el contenido de humedad del material, en el picado, la compactación y el sellado del silo. Las pérdidas que más sufre un ensilaje son ocasionadas por el contacto del material con el oxígeno del aire en partes expuestas del silo, y por el exceso de agua producida en el proceso, que se filtra y arrastra algunos principios nutritivos solubles (Uset, 2009).

En este sentido, el proceso de ensilaje de la parte aérea de la mandioca es similar al que se emplea para otros forrajes. El tallo contiene de 18 a 22 % de carbohidratos solubles, por lo tanto, éste también debe ser aprovechado cuando se utiliza la parte aérea para ser ensilada, las hojas y este último, son mejor alimento que la mayoría de los pastos utilizados en el ensilaje.

El follaje de mandioca se puede ensilar en forma pura o incluir un porcentaje de ella, con la finalidad de enriquecer el valor nutritivo de los ensilajes de pastos, fundamentalmente en lo referido al contenido de proteína.

Las gramíneas forrajeras como maíz y caña de azúcar, pueden ensilarse mezcladas con diferentes porcentajes de parte aérea de mandioca, para mejorar la calidad y el valor nutritivo (Uset, 2009).

Otra ventaja, es la mayor cantidad de calorías por hectárea que se obtiene, comparando con los cereales, mayor adaptabilidad a diferentes sitios y la altísima rusticidad del cultivo (Ceballos, 2002).

Por todas estas características, sería factible reducir los porcentajes de cereales usados en las dietas animales, para reemplazarlos por las hojas de mandioca; con esto ayudar al sector pecuario y mandioquero de la región.

## **OBJETIVO GENERAL**

Realizar y evaluar la utilización de las hojas de mandioca en silos mixtos para su uso en suplementación animal, como metodología de transferencia a los pequeños productores.

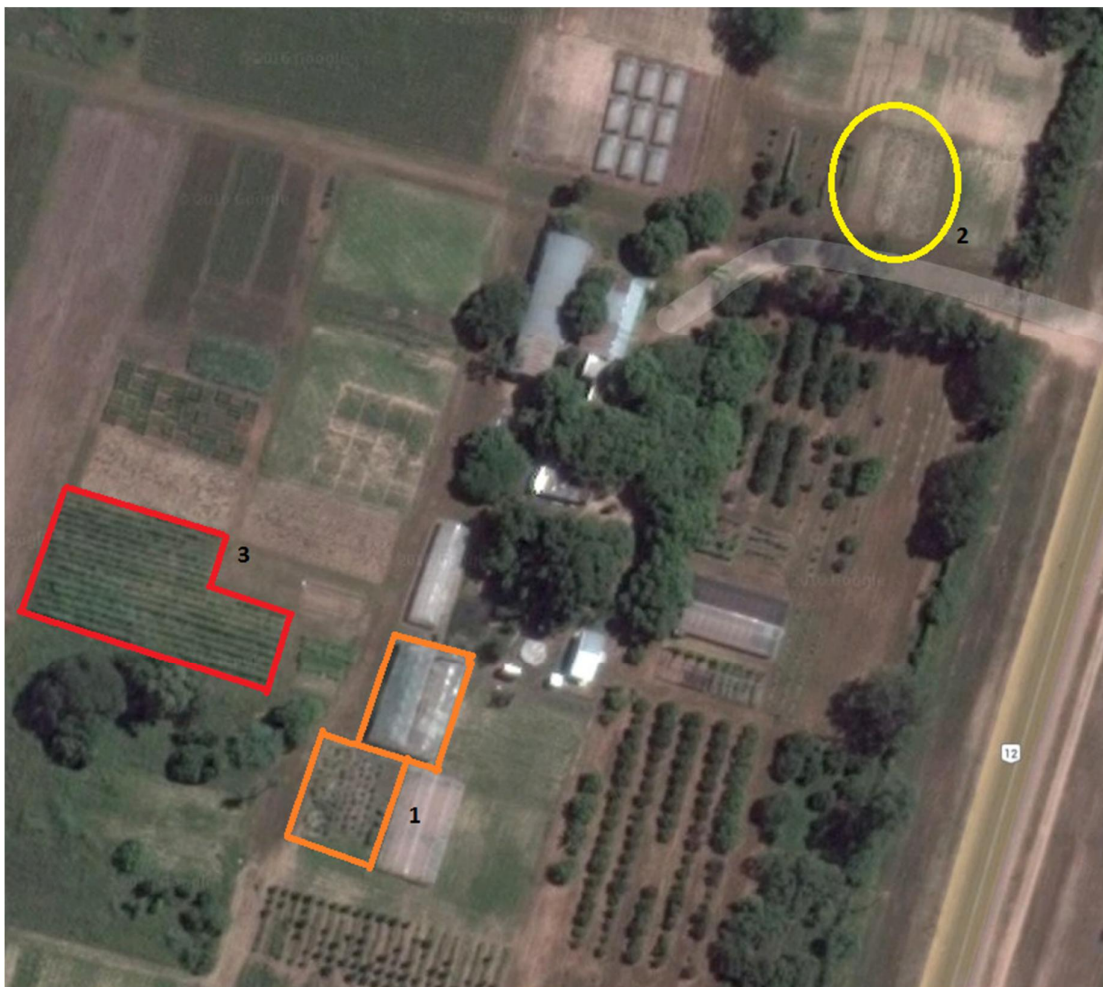
## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Aprender la técnica y los principios de ensilaje de material forrajero.
- Realizar caracterizaciones organolépticas y químicas a los 30 y 60 días después del ensilado.
- Evaluar el rendimiento de material foliar de diferentes cultivares de mandioca y estimarlo por hectárea a fin de poder establecer el potencial de uso forrajero de los mismos para su posterior transferencia a los productores.
- Evaluar el rendimiento de tallos de dos variedades caña de azúcar por metro lineal y estimarlo por hectárea para el fin antes mencionado.

## **LUGAR DE TRABAJO**

### **DESCRIPCIÓN**

La Pasantía se realizó en el Campo Didáctico-Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE, situado sobre Ruta Nacional N° 12, Km. 1031, Corrientes, Prov. de Corrientes (Figura 1).



*Figura 1. Campo Didáctico-Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE. Lote 1, margen inferior. Lote 2, margen superior derecho. Lote 3, margen inferior izquierdo.*

Las tareas realizadas con el fin de este trabajo final se distribuyeron en tres lotes dentro del predio, en ellos se encontraban implantados cultivos de mandioca y caña de azúcar. En el lote 1 se encontraban las plantas de mandioca en estudio que cumplían un ciclo anual; en el lote 2 se encontraban mandiocas cumpliendo un ciclo bianual. En el lote 3 se encontraba el cultivo de caña de azúcar.

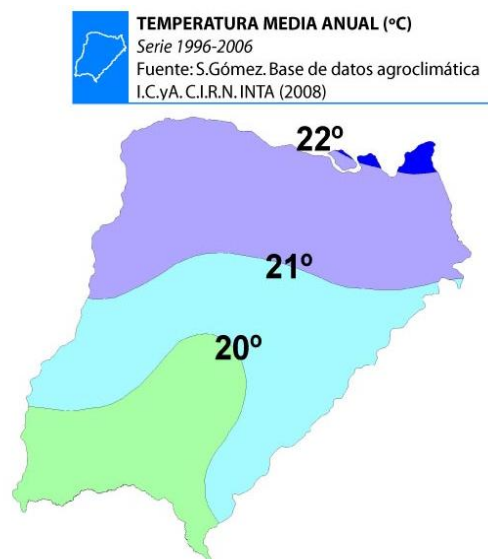
En dichos lugares de trabajo se realizó la cosecha y medición de parámetros de calidad de los cultivares de mandioca y caña de azúcar.

## **CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA**

El clima de la zona en donde se realizó la Pasantía es subtropical sin estación seca, por presentar temperaturas cálidas en la mayor parte del año, con promedios mensuales superiores a los 22 °C (Bruniard, 2000).

La temperatura media anual de Corrientes Capital es de 21,3 °C. Si bien se desarrollan las cuatro estaciones del año, por su clima subtropical en relación con la latitud, los meses de otoño e invierno son más breves. Las temperaturas más altas en verano pueden llegar a ubicarse entre 35 °C y 40 °C (Bruniard, 2000). En invierno suelen producirse algunas heladas más fuertes en el sur que en el norte de la Provincia. La probabilidad de heladas obliga a los productores a guardar las ramas estaqueras (material de multiplicación de la especie) antes de su ocurrencia para lograr conservarlas para la próxima campaña.

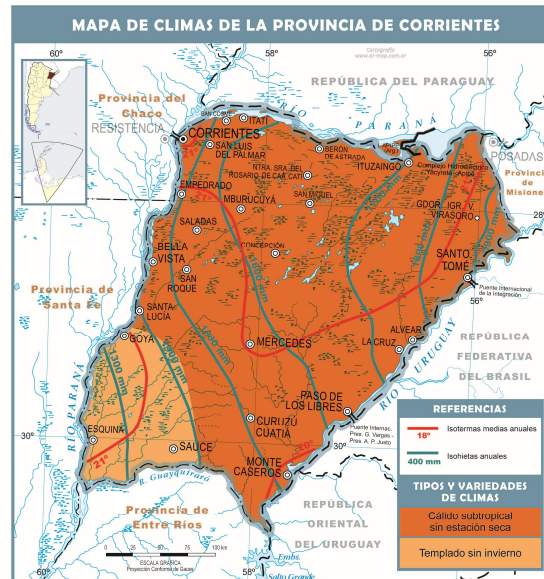
El departamento Capital de la Prov. de Corrientes, se encuentra en la línea de isoterma de 22 °C (Figura 2), (coincidentemente la temperatura media favorable para el cultivo de mandioca es 20-27 °C (Montaldo, 1979). El invierno y específicamente las temperaturas por debajo de 15 °C, temperatura base del cultivo ( $T_b$ ), condicionan el ciclo del mismo induciendo una fase de reposo desde fines de mayo hasta inicio de septiembre, luego del cual las plantas pueden iniciar un nuevo ciclo de crecimiento (bianual).



**Figura 2. Distribución de Isotermas, Provincia de Corrientes.**



El régimen de precipitaciones es regular. Los promedios anuales en toda la Provincia oscilan entre los 1.100 y 1.900 mm. (Bruniard, 2000). En la Figura 3 se observa la distribución de las isohietas, destacándose que las precipitaciones decrecen de nordeste a sudoeste. Particularmente, el Departamento Capital (Corrientes) se encuentra ubicado entre las isohietas de 1300 y 1400 mm (Figura 3), lo cual lo vuelve ideal para el cultivo de mandioca.



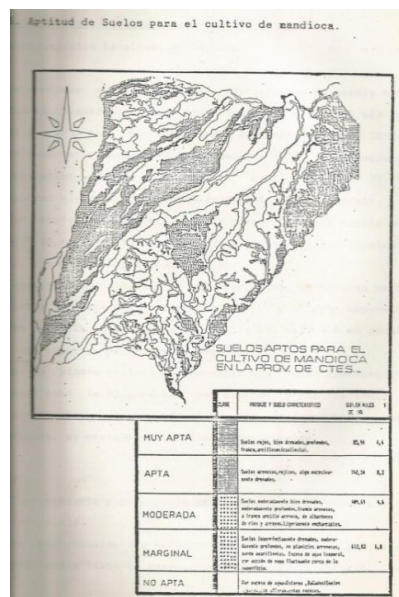
**Figura 3. Distribución de Isohietas e Isotermas, Provincia de Corrientes.**

## **CARACTERIZACIÓN EDÁFICA**

El suelo en donde se encontraban los cultivos estudiados es clasificado como Udipsamment árgico, mixta, hipertérmica (Soil Survey Staff, 1990), perteneciente a la Serie Ensenada Grande (Escobar *et al.*, 1994). Estos suelos se encuentran dentro de los albardones, depresiones y plano de la terraza entre el Arroyo Riachuelo y el Arroyo Sombrero (Escobar *et al.*, 1994). Presentan una granulometría gruesa en superficie, de colores pardo a pardo rojizo en los horizontes subyacentes, son profundos (> 100 cm.), masivos, muy friables y mediano a débilmente ácidos en el horizonte A. Esta serie representa a los suelos de las lomadas rojizas, del cordón arenoso de Capital - Itatí, correspondientes a sedimentos redepositados, en su segundo ciclo de evolución, sobre un suelo enterrado, del mismo origen, provenientes de sedimentos lateríticos del escudo brasileño. Son las áreas de mayor altura, de ahí que sean muy utilizadas para agricultura,



fruticultura y horticultura, con características de minifundio y para forestación. El relieve es suavemente ondulado, con pendientes de 1 a 1,5 % entrecortado por caños de drenaje, pequeños esteros e innumerables lagunas de pequeñas y grandes dimensiones. Son suelos de excelentes condiciones físicas, pero realmente baja fertilidad natural. Poseen bajos tenores de materia orgánica (en general no llega al 1 %) y de bases de cambio (0,44 a 7,60 m.e.q.). Su baja fertilidad natural y susceptibilidad a la erosión, ubica a éstos suelos en Subclase II e y III e (Escobar *et al.*, 1994). Las condiciones climáticas de la Prov. de Corrientes, con lluvias abundantes y altas temperaturas, someten a los suelos a una continua edafización que induce a la formación de suelos ácidos, reflejados en sus horizontes eluviales y en los subyacentes. El área de estudio no escapa a estas premisas, aún más, considerando su ubicación en el extremo norte de la provincia (Escobar *et al.*, 1994).



La Provincia de Corrientes posee alrededor de 17% de suelos con aptitud moderada a muy apta para el cultivo de mandioca, según se observa en el mapa (Figura 4) elaborado por Recursos Naturales-E.E.A. INTA-Corrientes (Gallego, 1991).

En cuanto al cultivo de caña de azúcar la aptitud biofísica de las tierras y las condiciones climáticas son adecuadas para el mismo en el área. Por otro lado, al considerar distintos niveles tecnológicos, se detectaron unas 300.000 ha agrupando las clases Muy Apta (110.000 ha) y Moderada (190.000 ha), potencialmente adecuadas para el cultivo de caña de azúcar. Los suelos Muy Aptos y Moderados, se encuentran principalmente en explotaciones que no superan las 50 ha, de buena accesibilidad a rutas nacionales y /o provinciales. De esta manera el escenario mapeado se presenta muy favorable para el desarrollo de la caña de azúcar, contemplando directivas de manejo para atenuar limitantes edáficas (Ligier, 2014).

## **MATERIAL DE TRABAJO**

Los cultivares de mandioca evaluados fueron variados: Tapo Joá, Rocha, Amarilla, Palomita, Clon 60, Clon 30 y E.C.9; los tres últimos son aún poco difundidos en la zona; lo cual motiva su evaluación en el marco de esta pasantía para la zona agroecológica en estudio.

Se utilizaron densidades convencionales para la producción de raíces tuberosas (10.000 pls/ha). Se tomaron muestras de tallos y hojas de cultivares de mandioca establecidos en el Huerto Clonal de la Cátedra de Cultivos III. Para poder evaluar los materiales, se decidió un plan de muestro sistematizado en el espacio y el tiempo. Las variables medidas se tomaron a partir de 3 plantas por cultivar, elegidas al azar de cada lote (ciclo anual y bianual).

En cuanto a caña de azúcar se utilizaron dos variedades provenientes del grupo caña de azúcar del INTA EEA Famaillá de Tucumán, las variedades TUC 77-42 y FAM 85-5. La primera presenta porte erecto y follaje color verde oscuro. Sus tallos son altos, de color verde amarillento y presentan entrenudos que muestran eventuales rajaduras de crecimiento. La variedad FAM 85-5 es de porte erecto, tallos de color morado y grosor medio. Si bien, es de brotación muy lenta, comparada con TUC 77-42, al final del ciclo posee un crecimiento muy vigoroso (Lovisa, 2006).

A continuación se presenta el material genético evaluado. Las fotografías siguientes fueron tomadas el 08/06/15.

**Ejemplares de mandioca de ciclo Anual:**

**TAPÓ JO'A**



*Figura 5. a, b y c: Plantas del cv. TAPÓ JO'A cultivadas en un ciclo anual.*

**ROCHA**



*Figura 6. a, b y c: Plantas del cv. ROCHA cultivadas en un ciclo anual.*

## AMARILLA



*Figura 7. a, b y c: Plantas del cv. AMARILLA cultivadas en un ciclo anual.*

## PALOMITA



*Figura 8. a, b y c: Plantas del cv. PALOMITA cultivadas en un ciclo anual.*

## Clon: E.C. 9



*Figura 9. a, b y c: Plantas del cv. EC.9 cultivadas en un ciclo anual.*

**Clon: CLON 30**



*Figura 10. a, b y c: Plantas del cv. CLON 30 cultivadas en un ciclo anual.*

**Clon: CLON 60**



*Figura 11. a, b y c: Plantas del cv. CLON 60 cultivadas en un ciclo anual.*

**Ejemplares de mandioca de ciclo Bianual:**

**TAPÓ JO'A**



*Figura 12. a, b y c: Plantas del cv. TAPÓ JO'A cultivadas en un ciclo bianual.*



## ROCHA



*Figura 13. a, b y c: Plantas del cv. ROCHA cultivadas en un ciclo bianual.*

## AMARILLA



*Figura 14. a, b y c: Plantas del cv. AMARILLA cultivadas en un ciclo bianual.*

## PALOMITA



*Figura 15. a, b y c: Plantas del cv. PALOMITA cultivadas en un ciclo bianual.*

**Clon E.C. 9**



*Figura 16. a, Plantas del cv. CLON E.C. 9 cultivadas en un ciclo bianual.*

**Clon: CLON 30**



*Figura 17. a, b y c: Plantas del cv. CLON 30 cultivadas en un ciclo bianual.*

**Clon: CLON 60**



*Figura 18. a, b y c: Plantas del cv. CLON 60 cultivadas en un ciclo bianual.*



**Ejemplares de Caña de Azúcar:**

**Variedad: TUC 77-42**



*Figura 19. Plantas del cv. TUC 77-42 cultivadas en el Campo Experimental UNNE.*

**Variedad: FAM 85-5**



*Figura 20. Plantas del cv FAM 85-5 cultivadas en el Campo Experimental UNNE.*

## **DESCRIPCIÓN DE TAREAS DESARROLLADAS EN FUNCIÓN A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS PLANTEADOS:**

**-Caracterizar agronómicamente 7 diferentes cultivares de mandioca, denominados como: E.C.- 9, Tapo Joá, Amarilla, Rocha, Palomita, Clon 30 y 60; para poder evaluar su potencial de uso forrajero cultivados en ciclos de 1 y 2 años.**

La mandioca es de gran importancia socioeconómica para los pequeños agricultores que fueron desarrollando sus propios sistemas de cultivos y seleccionando las variedades más productivas, con una muy alta estabilidad de rendimiento frente a las condiciones que se presentan a través del tiempo (Ceballos, 2002).

Bajo condiciones reales (suelos marginales, climas adversos), su potencial de rendimiento sobresale produciendo donde otros cultivos no crecerían (Ceballos, 2002). Este rendimiento queda determinado por la manera con que el cultivo particiona la biomasa acumulada durante su crecimiento entre los órganos de cosecha y el resto de la planta, tallo y hojas (Andrade, 1996). Esta distribución de biomasa se visualiza en la Figura 21 (Uset, 2009).

**Porcentaje en peso correspondiente a  
Hojas, Tallos y Raíces de la planta de Mandioca**



**10 % Hojas**

**40 % Tallos**

**50 % Raíz**

**Fuente :** Unidades de Aprendizaje para la Capacitación  
en Tecnología de Producción de Mandioca - CIAT - 1992.

*Figura 21. Partición de fotoasimilados en Mandioca.*

La productividad de la mandioca se determina por la tasa de producción de biomasa y por su eficiencia para acumular fotosintatos particularmente en las raíces tuberosas (Ramanujan, 1990).

La importancia de caracterizar a los diferentes clones radica en que cada uno tiene un comportamiento diferente y un tiempo óptimo de cosecha, esto determina el uso final del producto (raíces u hojas); si bien estas características dependen de las condiciones inherentes al sitio en que se cultiva y del manejo que ésta reciba (Cock, 1989; Ceballos, 2002).

Para poder caracterizar agronómicamente los cultivares se realizaron las mediciones de biomasa total y particionada que constan abajo:

**-Medir parámetros cuantitativos como biomasa fresca aérea total (kg/planta) y particionada en Materia Fresca de hojas (kg/planta) y tallos (kg/planta) de mandioca para cada cultivar.**

La cosecha de la parte aérea de la planta en cultivos destinados a la producción convencional de raíces no se debe hacer antes de 4-5 meses, porque se puede afectar severamente el desarrollo de las raíces; a mayor edad de la planta la cosecha de la parte aérea tiene efectos menos adversos sobre el rendimiento de la raíces (Buitrago, 1990).

Se eligieron al azar 3 plantas de mandioca a estudiar por cultivar, de los Lotes 1 y 2 ubicados en el Campo Experimental. Las cuales luego de ser cosechadas se pesaron, en forma separada las hojas y los tallos. Luego de la medición, que se realizó en una báscula colgante, se obtuvieron los diferentes promedios para cada cultivar.

Los datos obtenidos en las mediciones de campo se presentan a continuación, la Tabla 1 corresponde al ciclo anual y la Tabla 2 al ciclo bianual.

**Tabla 1. Parámetros cuantitativos de las variedades de mandioca de ciclo anual**

| Variedad    | Peso de Hojas (g) | Promedio Peso de Hojas (g) | Peso de Tallos (g) | Promedio Peso de Tallos (g) | Biomasa Total (g) Parte Aérea |
|-------------|-------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Tapó jo'a   | 225               | 271,66                     | 725                | 691,66                      | 963,32                        |
|             | 284               |                            | 700                |                             |                               |
|             | 326               |                            | 650                |                             |                               |
| Amarilla    | 2250              | 2316,6                     | 6000               | 5633,33                     | 7949,93                       |
|             | 2950              |                            | 7200               |                             |                               |
|             | 1750              |                            | 3700               |                             |                               |
| Rocha       | 500               | 591,66                     | 1200               | 1633,33                     | 2224,99                       |
|             | 750               |                            | 2350               |                             |                               |
|             | 525               |                            | 1350               |                             |                               |
| Palomita    | 159,47            | 190,08                     | 1750               | 1325                        | 1515,08                       |
|             | 240,2             |                            | 1250               |                             |                               |
|             | 170,59            |                            | 975                |                             |                               |
| Clon 30     | 264,97            | 488,32                     | 950                | 2383,33                     | 2871,65                       |
|             | 525               |                            | 3050               |                             |                               |
|             | 675               |                            | 3150               |                             |                               |
| Clon 60     | 1400              | 933,33                     | 2650               | 1983,33                     | 2916,66                       |
|             | 1000              |                            | 2450               |                             |                               |
|             | 400               |                            | 850                |                             |                               |
| Clon E.C.-9 | 325               | 350                        | 2900               | 2975                        | 3325                          |
|             | 250               |                            | 2325               |                             |                               |
|             | 475               |                            | 3700               |                             |                               |

**Tabla 2. Parámetros cuantitativos de las variedades de ciclo bianual**

| Variedad    | Peso de Hojas (g) | Promedio Peso de Hojas (g) | Peso de Tallos (g) | Promedio Peso de Tallos (g) | Biomasa Total (g) parte aérea |
|-------------|-------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Tapó jo'a   | 400               | 333,33                     | 2150               | 1233,33                     | 1566,66                       |
|             | 275               |                            | 650                |                             |                               |
|             | 325               |                            | 900                |                             |                               |
| Amarilla    | 36,84             | 28,75                      | 450                | 866,66                      | 895,41                        |
|             | 31,39             |                            | 1000               |                             |                               |
|             | 17,97             |                            | 1150               |                             |                               |
| Rocha       | 600               | 658,33                     | 2950               | 3600                        | 4258,33                       |
|             | 700               |                            | 3150               |                             |                               |
|             | 675               |                            | 4700               |                             |                               |
| Palomita    | 20                | 20,73                      | 625                | 1208,33                     | 1229,06                       |
|             | 21                |                            | 1650               |                             |                               |
|             | 21,2              |                            | 1350               |                             |                               |
| Clon 30     | 100               | 91,66                      | 1150               | 1633,33                     | 1724,99                       |
|             | 100               |                            | 1950               |                             |                               |
|             | 75                |                            | 1800               |                             |                               |
| Clon 60     | 200               | 183,33                     | 1250               | 1083,33                     | 1266,66                       |
|             | 250               |                            | 1150               |                             |                               |
|             | 100               |                            | 850                |                             |                               |
| Clon E.C.-9 | 34,41             | 34,41                      | 1350               | 1350                        | 1384,41                       |
|             |                   |                            |                    |                             |                               |
|             |                   |                            |                    |                             |                               |

En función a los resultados de la Tabla 1, el cv. Amarilla superó ampliamente a los demás cultivares en términos de producción de biomasa aérea; en segundo lugar se destacó el Clon E.C.-9, pero con una producción menor al 50% respecto del primero. Tapó Joá y Palomita, serían los clones con las menores producciones de parte aérea y por tanto no se considerarían como potenciales forrajeras.

Los resultados de la Tabla 2 muestran que la biomasa de la parte aérea de los cultivares, varía notoriamente respecto de la duración del ciclo de cultivo. En estas circunstancias, el cv Rocha superó ampliamente a los demás cultivares; presentando rendimientos que lo posicionarían como forrajero bajo un ciclo productivo de 2 años.

### **-Realizar muestreos y determinaciones para obtener porcentaje de Materia Seca de hojas y tallos por cultivar de mandioca**

El follaje recién cosechado presenta un contenido de humedad alto, que afecta negativamente la concentración de nutrientes esenciales y limita su uso por los rumiantes y otros animales herbívoros, en condiciones normales el rendimiento de la parte aérea (hojas, tallos, pecíolos) de la mandioca se aproximan al que se obtiene de las raíces (Buitrago, 1990).

El proceso de deshidratación del follaje tiene tres objetivos principales: a) Eliminar la humedad b) Disminuir la concentración de ácido cianhídrico y c) Facilitar la incorporación del producto final en raciones balanceadas. El contenido de humedad del follaje fresco fluctúa entre 70 y 80% (mayor humedad a medida que el follaje es más tierno) (Uset, 2009).

Para la determinación de los porcentajes de Materia Seca de hojas de cada repetición de las 7 variedades de mandioca estudiadas, se tomaron muestras representativas, las cuales fueron introducidas en bolsas de papel. Estas en las variedades de ciclo anual y bianual tuvieron pesos de materia fresca menores a 65 g.

Las muestras fueron introducidas en una estufa eléctrica a una temperatura de 70°C hasta alcanzar un peso constante, una vez retiradas fueron pesadas obteniendo por la siguiente formula (Figura 22), los porcentajes de materia seca de cada muestra.

$$MS\% = \frac{PS \times 100}{PF}$$

*Figura 22. Fórmula utilizada para obtener Materia Seca.*

Con respecto a los tallos, se utilizó una estaca (porción del tallo de la zona media) de 10 cm por cada repetición de las 7 variedades de mandioca, colocadas en bolsas de papel,

para luego ser introducidas en la estufa a una temperatura de 70°C hasta alcanzar un peso constante. La determinación del porcentaje de Materia Seca se realizó del mismo modo que el utilizado para las muestras de hojas.

Los datos obtenidos de las muestras de hojas y tallos (estacas) se presentan a continuación, la Tabla 3 corresponde al ciclo anual y la Tabla 4 al ciclo bianual.

Para los pesajes de las muestras de hojas y tallos se utilizó una balanza digital. (Figura 23)



*Figura 23. Balanza digital con límite de 600 gramos.*

**Tabla 3. Parámetros cuantitativos de las variedades de ciclo anual.**

| Variedad     | Muestras de Hojas |               |                   |                         | Muestras de Estacas |               |                   |                  |
|--------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------------|---------------------|---------------|-------------------|------------------|
|              | Peso Fresco (g)   | Peso Seco (g) | % de Materia Seca | Promedio % Materia Seca | Peso Fresco (g)     | Peso Seco (g) | % de Materia Seca | Promedio de % MS |
| Tapo jo'a    | 26,33             | 7             | 26,58             | <b>24,41</b>            | 59,25               | 15            | 25,31             | <b>25,6</b>      |
|              | 16,97             | 4             | 23,57             |                         | 64,24               | 16            | 24,9              |                  |
|              | 30,3              | 7             | 23,1              |                         | 56,36               | 15            | 26,61             |                  |
| Amarilla     | 39,43             | 9             | 22,82             | <b>21,93</b>            | 70,92               | 21            | 29,61             | <b>32,24</b>     |
|              | 45,75             | 10            | 21,85             |                         | 66,66               | 22            | 33                |                  |
|              | 37,85             | 8             | 21,13             |                         | 70,31               | 24            | 34,13             |                  |
| Rocha        | 24,67             | 8             | 32,42             | <b>22,9</b>             | 68,81               | 23            | 33,42             | <b>37,02</b>     |
|              | 35,21             | 5             | 14,2              |                         | 56,3                | 20            | 46,18             |                  |
|              | 31,67             | 7             | 22,1              |                         | 69,88               | 22            | 31,48             |                  |
| Palomita     | 27,4              | 5             | 18,24             | <b>19,31</b>            | 69,72               | 26            | 37,29             | <b>30,42</b>     |
|              | 28,54             | 5             | 17,51             |                         | 69,34               | 19            | 27,4              |                  |
|              | 36,04             | 8             | 22,19             |                         | 67,72               | 18            | 26,58             |                  |
| Clon 30      | 38,77             | 9             | 23,21             | <b>25,7</b>             | 71,18               | 18            | 25,28             | <b>26,42</b>     |
|              | 25,75             | 7             | 27,18             |                         | 89,06               | 24            | 26,94             |                  |
|              | 52,38             | 14            | 26,72             |                         | 84,98               | 23            | 27,06             |                  |
| Clon 60      | 38,32             | 9             | 23,48             | <b>24,43</b>            | 54,26               | 16            | 31,83             | <b>29,01</b>     |
|              | 45,19             | 12            | 26,55             |                         | 68,11               | 21            | 30,83             |                  |
|              | 42,94             | 10            | 23,28             |                         | 32,8                | 8             | 24,39             |                  |
| Clon E.C.- 9 | 26,91             | 6             | 22,29             | <b>21,07</b>            | 49,87               | 13            | 26,06             | <b>25,21</b>     |
|              | 30,45             | 6             | 19,7              |                         | 54,99               | 13            | 23,64             |                  |
|              | 28,26             | 6             | 21,23             |                         | 73,22               | 19            | 25,94             |                  |

**Tabla 4. Parámetros cuantitativos de las variedades de ciclo bianual.**

| Variedad    | Muestras de Hojas |               |                   |                         | Muestras de Estacas |               |                   |                  |
|-------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------------|---------------------|---------------|-------------------|------------------|
|             | Peso Fresco (g)   | Peso Seco (g) | % de Materia Seca | Promedio % Materia Seca | Peso Fresco (g)     | Peso Seco (g) | % de Materia Seca | Promedio de % MS |
| Tapo jo'a   | 42,28             | 8,33          | 19,7              | <b>19,47</b>            | 62,22               | 20,72         | 33,3              | <b>31,59</b>     |
|             | 45,52             | 9,42          | 20,69             |                         | 30,93               | 9,27          | 30,6              |                  |
|             | 35,38             | 6,38          | 18,03             |                         | 49,41               | 15,26         | 30,88             |                  |
| Amarilla    | 34,97             | 8,66          | 24,76             | <b>21,78</b>            | 21,17               | 7,28          | 34,38             | <b>33,78</b>     |
|             | 22,37             | 5,14          | 22,97             |                         | 25,84               | 9,22          | 35,68             |                  |
|             | 21,57             | 3,8           | 17,61             |                         | 17,29               | 5,41          | 31,28             |                  |
| Rocha       | 56,61             | 10,41         | 18,38             | <b>21,02</b>            | 69,2                | 23,06         | 33,32             | <b>34,43</b>     |
|             | 61,15             | 13,48         | 22,04             |                         | 47,03               | 15,45         | 32,85             |                  |
|             | 52,14             | 11,82         | 22,66             |                         | 68,8                | 25,54         | 37,12             |                  |
| Palomita    | 33,74             | 6,45          | 19,11             | <b>16,66</b>            | 28,95               | 9,48          | 32,74             | <b>29,16</b>     |
|             | 24,66             | 3,7           | 15                |                         | 22,64               | 6,42          | 28,35             |                  |
|             | 26,55             | 4,22          | 15,89             |                         | 25,29               | 6,68          | 26,41             |                  |
| Clon 30     | 59,41             | 12,35         | 20,78             | <b>20,57</b>            | 32,44               | 9,8           | 30,17             | <b>30,7</b>      |
|             | 46,45             | 9,04          | 19,46             |                         | 47,88               | 16,1          | 33,62             |                  |
|             | 42,85             | 9,2           | 21,47             |                         | 30,88               | 8,75          | 28,33             |                  |
| Clon 60     | 46,75             | 10,06         | 21,51             | <b>22,94</b>            | 19,74               | 6,78          | 34,34             | <b>33,75</b>     |
|             | 37,39             | 8,69          | 23,34             |                         | 31,1                | 11,65         | 37,46             |                  |
|             | 45,79             | 10,98         | 23,97             |                         | 21,95               | 6,47          | 29,47             |                  |
| Clon E.C.-9 | 34,41             | 6,12          | 17,78             | <b>17,78</b>            | 24,24               | 8,63          | 35,6              | <b>35,6</b>      |



Los porcentajes de materia seca de hojas y tallos no difirieron de manera contrastante entre los diferentes cultivares de ciclo anual, siempre rondó en valores de 24% en hojas y de 30 % en tallos, a excepción de Rocha, que con 37,02 % de materia seca en tallos, se destacó de las demás variedades (Tabla 3). En las plantas del ciclo bianual (Tabla 4) respecto de las del ciclo anual, los valores de materia seca en hojas son menores, rondando en 20%, en cambio en tallos fue superior, con porcentajes mayores al 33%.

En términos generales, por los resultados obtenidos en esta experiencia podría establecerse que los contenidos de materia seca de la parte aérea de la mandioca promediando tallos y hojas ronda el 25%. Esto implicaría que para una densidad de plantación de 10.000 plantas de mandioca por hectárea cultivadas en un ciclo anual se obtendrían altos rendimientos de materia seca. (Tabla 5).

***Tabla 5. Rendimientos de mandioca cosechada para forraje a los 11 meses según los diferentes cultivares.***

| Cultivar    | kg biomasa fresca aérea/pl | kg biomasa fresca aérea/ha | kg de materia de seca /ha |
|-------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Tapó jo'a   | 963                        | 9630                       | 2407                      |
| Amarilla    | 7949                       | 80000                      | 20000                     |
| Rocha       | 2225                       | 20225                      | 5056                      |
| Palomita    | 1515                       | 15150                      | 3787                      |
| Clon 30     | 2871                       | 28711                      | 7177                      |
| Clon 60     | 2916                       | 29160                      | 7290                      |
| Clon E.C.-9 | 3325                       | 33250                      | 8312                      |

**-Tomar muestras representativas de parte aérea de los clones cultivados y aprender a procesarlas para su envío al laboratorio a fin de poder evaluarlos y caracterizarlos en base a análisis químicos (porcentajes de macronutrientes)**

La mandioca es capaz de producir rindes significativos en suelos empobrecidos y en general se considera que es un cultivo agotador. Absorbe más nutrientes del suelo que la mayoría de los cultivos tropicales, extrae grandes cantidades de N y K, y bajas de P, Ca y Mg.

Las mismas muestras utilizadas para las determinaciones de porcentaje de materia seca fueron posteriormente enviadas al Laboratorio del Centro Tecnológico de Producción

(CETEPRO), para su análisis químico de contenido de macronutrientes. Los resultados que se presentan a continuación, corresponden únicamente a las plantas de ciclo anual; en la Tabla 6 constan los resultados correspondientes al análisis de hojas (lámina y pecíolo) y en la Tabla 7 constan los pertenecientes al análisis de los tallos.

Durante la cosecha se realizó la toma de muestras de la parte aérea. Las muestras correspondían a hojas con pecíolos (100 g) y una porción de tallo (aproximadamente 80 g). Se utilizaron hojas maduras y trozos de tallos de la parte media.

**Tabla 6. Porcentajes de macronutrientes en láminas y pecíolos de variedades de ciclo anual.**

| Variedad     | Órgano            | N %  | P %  | K %  | Ca % | Mg % |
|--------------|-------------------|------|------|------|------|------|
| TAPO JO'A    | HOJA +<br>PECIOLO | 2,26 | 0,09 | 1,53 | 3,92 | 0,31 |
| AMARILLA     |                   | 0,74 | 0,17 | 0,61 | 5,35 | 1,13 |
| ROCHA        |                   | 1,80 | 0,10 | 0,71 | 5,60 | 1,16 |
| PALOMITA     |                   | 2,45 | 0,14 | 1,58 | 5,42 | 0,41 |
| CLON 30      |                   | 2,44 | 0,14 | 2,10 | 0,66 | 4,11 |
| CLON 60      |                   | 0,53 | 0,11 | 1,52 | 4,26 | 0,32 |
| Clon E.C. -9 |                   | 2,49 | 0,15 | 2,08 | 6,01 | 0,90 |

**Tabla 7. Porcentajes de macronutrientes en tallos de variedades de ciclo anual.**

| Variedad     | Órgano | N %  | P %  | K %  | Ca % | Mg % |
|--------------|--------|------|------|------|------|------|
| TAPO JO'A    | TALLOS | 1,60 | 0,17 | 1,83 | 0,36 | 0,50 |
| AMARILLA     |        | 2,57 | 0,20 | 0,50 | 0,70 | 0,26 |
| ROCHA        |        | 1,49 | 0,14 | 1,03 | 0,53 | 0,25 |
| PALOMITA     |        | 1,79 | 0,18 | 0,23 | 0,57 | 0,13 |
| CLON 30      |        | 1,56 | 0,24 | 0,25 | 0,72 | 0,12 |
| CLON 60      |        | 1,60 | 0,21 | 0,21 | 0,55 | 0,10 |
| Clon E.C. -9 |        | 1,81 | 0,21 | 0,63 | 0,19 | 0,13 |

Al analizar las Tablas 6 y 7, que presentan la composición porcentual de macronutrientes que aportan los diferentes cultivares de mandioca cultivados bajo ciclo anual, se pudieron realizar observaciones particularmente de aquellos materiales que bajo esa duración del ciclo de cultivo presentaban potencial forrajero según su rendimiento en biomasa aérea (Tabla 1): i) el cv Amarilla presentó alto contenido de N solo en los tallos, por lo tanto sería importante el aporte proteico mediante el ensilaje de ese órgano; ii) el Clon 60 también presentó el mayor porcentaje de N en sus tallos; iii) el Clon 30 y el E.C-9 presentaron la mayor proporción de N en las hojas; iv) finalmente el cv Rocha presentó una distribución porcentual de N más homogénea entre tallos y hojas.

Respecto al P, no se presentaron grandes diferencias entre cultivares ni entre órganos. Salvo en el cv Amarilla que en general presentó bajos porcentajes de K; en los clones 30, 60, E.C.-9 y Rocha; los máximos aportes de K residieron en sus hojas. En términos generales, el Ca y el Mg estuvieron siempre en máximos porcentajes en las hojas, muy por encima de los valores que pudieron alcanzar en los tallos.

Con respecto a los macronutrientes de las hojas enteras, al compararlos con los resultados que obtuvo Howeler (1983) quién a diferencia nuestra, solo analizó las láminas foliares más jóvenes expandidas; nuestras variedades presentaron en cuanto a N y P, valores muy por debajo, siendo el Clon E.C.9 el de mayor contenido de N con 2,49%, que solo alcanzaría al 50% obtenido por Howeler (1983).

El Clon 30 se destacó de los demás cultivares al mostrar altos contenidos de Mg (4,1 %), pero bajo aporte de Ca (0,66 %), en cambio las demás variedades acusaron altos valores de Ca y bajos de Mg, siempre comparando con Howeler (1983). Por último los porcentajes de K son muy similares en dichos análisis.

### **-Caracterizar agronómicamente dos variedades de caña de azúcar denominadas como TUC 77-42 y FAM 85-5 para poder evaluar su potencial de uso forrajero.**

El cultivo de la caña de azúcar ocupa en Argentina cerca de 320.000 has, las que se encuentran en su mayor parte (98 %) radicadas en el NOA. La casi totalidad de esta superficie se sustenta en materiales genéticos (“variedades”) obtenidos o desarrollados en el país. El INTA en la EEA Famaillá (Tucumán) desarrolla un programa de mejora genética de la caña de azúcar con la finalidad de proveer a la agroindustria nacional de variedades con buena adaptabilidad a las condiciones subtropicales de cultivo que predominan en Argentina (Pocovi, 2011).

La variedad TUC 77-42 es una de las más rústicas, de las que se cultivaron en la región; de amplia adaptación a distintas condiciones de suelo, rápida brotación y crecimiento inicial, lo que le permite competir muy bien con las malezas, de porte erecto, uniforme y muy buena prestación a la cosecha integral. Tallos delgados a finos de buena tolerancia al frío y cepas longevas. Es muy utilizada por los productores de la zona central de la cuenca cañera santafecina, fundamentalmente por sus cualidades de rusticidad, mientras

que tiene una menor presencia en la zona norte y sur, donde fue reemplazada, casi totalmente por otras variedades (Lovisa, 2006).

Por otra parte la variedad FAM 85-5 se describe como de porte erecto, tallos de color morado y grosor medio; no tiene un buen cierre o canopeo, lo que no le permite competir bien con las malezas. Es de buena aptitud para la cosecha integral y manual, y su maduración es intermedia, de buena adaptación a diferentes condiciones de suelo, características por las que es muy aceptada por el productor cañero (Lovisa, 2006).

**-Realizar 5 mediciones de 1 metro lineal cada una, en 5 sitios al azar del cañaveral y registrar los siguientes datos: Altura Promedio de Cañas (cm), Número de tallos, Peso fresco (g) de tallos, Peso fresco (g) de hojas por metro lineal**

En primer lugar, cabe mencionar que la cosecha y las posteriores mediciones se realizaron en el Lote 3 del Campo Experimental, en donde se tomaron 5 muestras de cañas al azar de 1 metro lineal (Figura 24) en cada variedad, las cuales fueron nombradas anteriormente.



*Figura 24. Muestras de 1 metro lineal, y las 5 muestras de la variedad FAM 85-5.*

Las cañas una vez cosechadas, se midieron en altura (cm) por medio de una cinta métrica y se cuantificó el número de tallos que existían por metro lineal. Luego, fueron separadas en hojas y tallos. Por último se pesaron en una báscula colgante para la determinación del peso fresco de ambas partes. Los datos obtenidos de las muestras se presentan a

continuación, la Tabla 8 corresponde a las variedades de cañada de azúcar TUC 77-42 y FAM 85-5.

**Tabla 8: Parámetros cuantitativos de las variedades de Caña de azúcar.**

| Variedad           | Muestras | Altura Promedio de Cañas (cm) | Números de Tallos | Peso Fresco de Hojas (g) | Peso Fresco de Tallos (g) |
|--------------------|----------|-------------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|
| TUC 77-42          | m1       | 206                           | 10                | 725                      | 8750                      |
|                    | m2       | 180                           | 13                | 900                      | 7150                      |
|                    | m3       | 131                           | 9                 | 650                      | 3500                      |
|                    | m4       | 204                           | 8                 | 250                      | 5000                      |
|                    | m5       | 172                           | 8                 | 350                      | 3300                      |
| Promedio TUC 77-42 |          | 178,6                         | 9,6               | 575                      | 5540                      |
| FAM 85-5           | m1       | 148                           | 15                | 1250                     | 7000                      |
|                    | m2       | 193                           | 11                | 925                      | 7700                      |
|                    | m3       | 190                           | 11                | 900                      | 8050                      |
|                    | m4       | 171                           | 15                | 1350                     | 8450                      |
|                    | m5       | 166                           | 16                | 1000                     | 8700                      |
| Promedio FAM 85-5  |          | 173,6                         | 13,6              | 1085                     | 7980                      |

Por los resultados vistos en la Tabla 8, la variedad FAM 85-5 alcanzaba mayor número de tallos y pesos de hojas y tallos por metro lineal. Los resultados de esta experiencia puntual, denotan la superioridad de la var. FAM 85-5 respecto de la TUC 77-42. Al sumar el peso promedio de los tallos con el de las hojas para hallar el rendimiento de biomasa aérea por cada metro lineal, y multiplicar por la cantidad de surcos de 100 m lineales cada uno que se obtendrían por hectárea si la distancia entre ellos fuera de 1,40 m, sumarían 71 surcos; que determinarían un rendimiento final de 63 y 43 t.ha<sup>-1</sup> para las variedades FAM 85-5 y TUC 77-42, respectivamente.

### **-Establecer para la caña de azúcar una relación entre el peso del material picado y el volumen que representa**

El agregado de caña de azúcar molida constituye un margen de seguridad que por sí sola no puede proveer ninguna pastura. La caña de azúcar para forraje es un cultivo que aporta niveles de energía significativos, con volúmenes de forraje por hectárea que son imposibles de lograr con una pastura natural (Vassallo, 1999).

Con una hectárea de caña se pueden alimentar 100 vacas durante 100 días. La caña molida es un sustituto del pasto natural, capaz de proveer un volumen de ración especialmente apta para ser balanceada con granos o subproductos granarios. Con tres hectáreas de caña de azúcar para forraje se pueden engordar 100 vacas por año. Vale decir, con una carga específica equivalente a 30 vacas por hectárea (Vassallo, 1999).

Para poder llevar a cabo los diferentes tratamientos de ensilaje, con sus proporciones específicas, se recurrió a la utilización de un recipiente de volumen conocido (balde de plástico de 10 L), se estableció la relación entre el volumen de dicho contenedor una vez lleno con el material picado y el peso (6 kg) que acusaba en la balanza de tipo colgante. Poder relacionar estas dos magnitudes resultaría de una gran importancia práctica para los pequeños productores, ya que de este modo, se puede estimar la cantidad o proporción de caña de azúcar necesaria para la confección de los microsilos mixtos sin la necesidad de contar con una balanza en la chacra, facilitando la adopción de esta tecnología. Asimismo, se estableció una relación peso:volumen para las hojas picadas de mandioca, que en este caso resultó de 3 kg para el mismo balde de 10 L.

El picado de la caña de azúcar, se realizó mediante una máquina eléctrica estática (Figura 25), de éste modo se pudo obtener un tamaño de partícula adecuado (aproximadamente de 2 a 3 cm), con el objetivo de lograr una fermentación uniforme del material dentro de los silos y la compactación adecuada dentro de los mismos para propiciar las condiciones de anaerobiosis requeridas para la fermentación láctica.



*Figura 25. Picadora estática de forraje.*



**-Realizar ensilaje, previo picado del material, en bolsas de plastillera con envoltura exterior de doble bolsa de polietileno de alto micronaje, con capacidad aproximada de 20 kg**

Considerando las limitaciones tecnológicas y sobre todo, la poca disponibilidad de equipamiento necesario para la práctica del ensilado, se propone una técnica que facilitaría la adopción de esta tecnología por parte de pequeños productores ya que la misma consiste en un proceso de picado y guardado en bolsas de pequeñas dimensiones que se puede realizar con escasa maquinaria y es manejable según los tiempos y capacidad financiera del productor (Scribano, 2011).

Para llevar adelante el acondicionamiento de los microsilos, se comenzó con la buena selección del lugar donde ubicar las bolsas, teniendo especial cuidado en evitar objetos punzantes en las cercanías que pudieran perforarla. El llenado se realizó en forma manual, con la ayuda de un pisón de metal y cemento con bordes redondeados que no dañen el plástico, tratando que transcurra el menor tiempo posible entre picado y pisado.

Los microsilos bolsa, de una capacidad de 20 kg aproximadamente, estaban compuestos de tres capas para aumentar la resistencia del mismo y hacerlo más impermeable. La primera o más profunda, era de plastillera y las dos más externas de polietileno de alto micronaje.

El cerrado de las bolsas se realizó con precintos y cuidando que no ingrese aire. Mediante una bomba de vacío, se desalojó el aire que se encontraba en el interior de las bolsas antes de cerrarlas definitivamente.

Una vez terminada la confección de los silos, se los rotuló y almacenó en un lugar bajo techo y protegido de las inclemencias del tiempo. Fueron depositados sobre pallets, que evitó el ataque de plagas y enfermedades. A los 30 y 60 días después del ensilaje se realizaron determinaciones de las características organolépticas a campo y químicas en laboratorio.

Esta tecnología, con distintas denominaciones, es promovida por el INTA en otras zonas del país para pequeños productores de cabras de carne o leche, ya que comparten la problemática de la falta de forraje en épocas críticas y la falta de capital y equipamiento para la confección de los silos tradicionales (Scribano, 2011).

**-Realizar distintas combinaciones de componentes del silo representadas en los siguientes tratamientos variando los porcentajes de**



**a) granos de maíz, b) hojas de mandioca y c) tallos y hojas de caña de azúcar**

La parte aérea de la mandioca es mejor alimento que la mayoría de los pastos utilizados en el ensilaje. Por eso se lo puede utilizar en forma pura o incluir en raciones mezclados con ensilajes de pastos, con la finalidad de enriquecer el valor nutritivo, fundamentalmente en contenido de proteína de estos últimos. Las gramíneas forrajeras (pasto elefante, sorgo, maíz, caña de azúcar y otros) pueden ensilarse mezcladas con parte aérea de mandioca para mejorar la calidad y el valor nutritivo del ensilaje, sobre todo el contenido de proteína bruta (Uset 2011).

En este sentido, se confeccionaron los microsilos y se evaluaron 3 tratamientos que diferían en las composiciones porcentuales (p:p) de caña de azúcar (C) y granos picados de maíz (Z) y un tratamiento que incorporaba hojas de mandioca (M) en combinación con caña de azúcar: T1: 90% de caña +10% de maíz, T2: 70% de caña +30% de hojas de mandioca y T3: 80% de caña +20% de maíz. Cada tratamiento estaba compuesto por 6 repeticiones.

Cabe aclarar que las hojas de mandioca, fueron picadas con la misma máquina utilizada para la caña de azúcar. Los granos de maíz por su parte, se adquirieron ya picados.

Los porcentajes de los elementos componentes de cada silo se presentan en Tabla 9.

***Tabla 9. Distintas combinaciones de microsilos (Tratamientos) compuestos por caña de azúcar (C), maíz (Z) y mandioca (M).***

| <i>Tipos de silos</i> | <i>% M</i> | <i>% C</i> | <i>% Z</i> |
|-----------------------|------------|------------|------------|
| <i>T1</i>             | -          | 90         | 10         |
| <i>T2</i>             | 30         | 70         | -          |
| <i>T3</i>             | -          | 80         | 20         |

**-Evaluar organolépticamente color, olor y textura, del estado del silo a los 30 y 60 días después de su confección**

Transcurrido un mes de haber realizado en ensilaje, la primera apreciación que se realizó sobre los mismos fue la de sus características organolépticas. Un buen análisis de estos

puntos nos permitió determinar en forma rápida y a campo, las cualidades o problemas de nuestros silos, y la necesidad o no de realizar ajustes en el proceso de ensilado y/o pruebas de laboratorio con el fin de aprovechar al máximo el material.

Todos los parámetros y datos que obtuvimos de la evaluación de los silos nos marcó e indicó dónde, cuándo y qué tareas se hicieron mal durante su confección, siendo éstas las responsables del estado del material de estudio.

La estimación de las características organolépticas de los silos se realizó en dos momentos, a los 30 y a los 60 días. En donde se eligieron al azar tres repeticiones de cada tratamiento en dichos períodos. Las variables cualitativas observadas (olor, color y textura) se detallan en la Tabla 10.

**Tabla 10. Características organolépticas de los silos.**

| Tratamiento | Tiempo Transcurrido (días) | Repetición | Olor                     | Color             | Textura       |
|-------------|----------------------------|------------|--------------------------|-------------------|---------------|
| <b>T1</b>   | 30                         | R1         | Alcohol                  | Amarillo          | Bien definida |
|             |                            | R5         | Alcohol                  | Amarillo          | Bien definida |
|             |                            | R6         | Alcohol                  | Amarillo          | Bien definida |
|             | 60                         | R2         | Agradable                | Amarillo          | Bien definida |
|             |                            | R3         | Agradable                | Amarillo          | Bien definida |
|             |                            | R4         | Agradable                | Amarillo          | Bien definida |
| <b>T2</b>   | 30                         | R1         | Alcohol/avinagrado       | Verde amarillento | Bien definida |
|             |                            | R2         | Alcohol                  | Verde amarronado  | Bien definida |
|             |                            | R3         | Alcohol                  | Amarillo          | Bien definida |
|             | 60                         | R5         | Suave, atabacado         | Verde oscuro      | Bien definida |
|             |                            | R6         | Avinagrado, suave        | Marrón            | Bien definida |
|             |                            | R4         | Menos atabacado que T2R5 | Marrón claro      | Bien definida |
| <b>T3</b>   | 30                         | R3         | Alcohol                  | Amarillo          | Bien definida |
|             |                            | R4         | Alcohol                  | Amarillo          | Bien definida |
|             |                            | R5         | Alcohol                  | Marrón claro      | Bien definida |
|             | 60                         | R1         | Vinagre, suave           | Marrón claro      | Bien definida |
|             |                            | R6         | Vinagre, suave           | Marrón claro      | Bien definida |
|             |                            | R2         | Vinagre, suave (sidra)   | Marrón claro      | Bien definida |

Los resultados muestran que las hojas de mandioca son aptas para su ensilaje debido a la óptima condición en que se encontraron los silos a los 60 días (Tabla 10), aportando cantidades de proteína bruta a los tratamientos que no incluyen mandioca.

**-Evaluar las características químicas más representativas de los silos como ser pH, N total, PB, FDN, FDA y % Digestibilidad en ambos períodos de tiempo.**

La relación hojas/tallos es menor en las plantas adultas de mandioca, las cuales presentan, por ello, mayor nivel de fibra y menor contenido de proteína. También se observa en ellas un aumento de M.S. El resultado final de estos cambios es una disminución del valor nutricional del follaje, ya sea de su totalidad o de las hojas solamente (Gil y Buitrago, 2002).

Según Gil y Buitrago (2002), a mayor cantidad de hojas, mejor es la calidad nutricional del forraje, ya que los contenidos de proteína y de fibra de las hojas son de 25% y 9%, respectivamente, mientras que los de los tallos y peciolo son de 11% y 25%, respectivamente.

Para la evaluación de las características químicas de los silos se enviaron las muestras al Instituto Agrotécnico "Pedro M. Fuentes Godo" – FCA, en donde fueron analizados los parámetros que se encuentran detallados en la tabla 11.

A los 30 y 60 días después del ensilaje se realizaron determinaciones químicas en laboratorio (pH, fibra detergente neutra y ácida, proteína bruta y digestibilidad). Las variaciones de los valores de pH y porcentajes de fibra detergente neutra (FDN) no mostraron diferencias importantes entre tratamientos.

Es importante destacar que las características de un buen silaje de mandioca se miden por el grado de acidez de éste. El pH debe estar entre 4,0 y 4,5 para garantizar mayor concentración de ácido láctico y acético, y mínima cantidad de butírico, de éste modo se evita el desarrollo de fermentaciones indeseables (Uset, 2009). En este sentido, en estos microsilos (Tabla 11), los valores de pH se han mantenido dentro de esos parámetros.

La digestibilidad (51-58%) se vio significativamente reducida por la presencia de lignina en las hojas de mandioca (T2), mostrando porcentajes de fibra detergente ácida (44-39%) superiores a los demás tratamientos. El aporte proteico (PB) fue más que importante al incluir follaje de mandioca en los silos.

**Tabla 11. Características químicas de los silos.**

| Tratamiento | Tiempo Transcurrido (días) | Repetición | pH   | N Total | PB   | FDN   | FDA   | % Digestibilidad |
|-------------|----------------------------|------------|------|---------|------|-------|-------|------------------|
| T1          | 30                         | R1         | 4,41 | 0,56    | 3,50 | 84,42 | 39,24 | 58,33            |
|             |                            | R5         | 4,31 | 0,57    | 3,56 | 87,86 | 26,56 | 68,21            |
|             |                            | R6         | 4,28 | 0,49    | 3,06 | 52,76 | 35,01 | 61,62            |
|             |                            | Promedio   | 4,33 | 0,54    | 3,38 | 75,01 | 33,61 | 62,72            |
|             | 60                         | R2         | 4,24 | 0,35    | 2,19 | 68,04 | 26,87 | 67,97            |
|             |                            | R3         | 4,18 | 0,35    | 2,19 | 81,83 | 28,20 | 66,93            |
|             |                            | R4         | 4,15 | 0,21    | 1,31 | 65,62 | 26,13 | 68,55            |
|             |                            | Promedio   | 4,19 | 0,3     | 1,99 | 71,83 | 27,06 | 67,82            |
| T2          | 30                         | R1         | 4,24 | 1,05    | 6,56 | 64,37 | 45,24 | 53,65            |
|             |                            | R2         | 4,2  | 1,47    | 9,19 | 57,45 | 43,40 | 55,09            |
|             |                            | R3         | 4,15 | 1,46    | 9,13 | 66,50 | 45,37 | 53,55            |
|             |                            | Promedio   | 4,19 | 1,33    | 8,29 | 62,77 | 44,67 | 51,1             |
|             | 60                         | R5         | 4,2  | 1,19    | 7,44 | 44,02 | 32,01 | 63,97            |
|             |                            | R6         | 4,15 | 1,12    | 7,00 | 57,69 | 40,19 | 57,59            |
|             |                            | R4         | 4,51 | 1,12    | 7,00 | 59,07 | 45,08 | 53,79            |
|             |                            | Promedio   | 4,29 | 1,14    | 7,15 | 53,59 | 39,09 | 58,45            |
| T3          | 30                         | R3         | 4,2  | 0,84    | 5,25 | 75,93 | 22,34 | 71,50            |
|             |                            | R4         | 4,24 | 0,85    | 5,31 | 56,09 | 23,00 | 70,98            |
|             |                            | R5         | 4,26 | 0,91    | 5,69 | 71,85 | 22,52 | 71,35            |
|             |                            | Promedio   | 4,23 | 0,87    | 5,42 | 67,96 | 22,62 | 71,28            |
|             | 60                         | R1         | 4,31 | 0,77    | 4,81 | 44,58 | 18,61 | 74,40            |
|             |                            | R6         | 4,18 | 0,84    | 5,25 | 53,55 | 24,59 | 69,74            |
|             |                            | R2         | 4,2  | 0,77    | 4,81 | 47,40 | 21,25 | 72,34            |
|             |                            | Promedio   | 4,23 | 0,79    | 4,96 | 48,51 | 21,49 | 72,16            |

## **CONCLUSIÓN**

Las hojas de mandioca son aptas para su ensilaje debido a la óptima condición y características organolépticas que presentaron los silos a los 60 días, aportando buenas cantidades de proteína y fibra.

En cuanto a los diferentes materiales genéticos de mandioca evaluados en este trabajo se encontró que la variedad Amarilla se destacó ampliamente respecto de las demás, obteniéndose más de 7 kg de biomasa de parte aérea por planta, que a fin de poder establecer el potencial de uso forrajero se estima que por hectárea se obtendría más de 70 t.ha<sup>-1</sup> de forraje fresco o 23.166 kg.ha<sup>-1</sup> de materia seca proveniente de láminas mas pecíolos de dicha variedad. En segundo lugar se destacó el Clon E.C.-9, pero con una producción menor al 50% respecto del primero; en tercer lugar se destacó el Clon 60 dentro de los que tendrían potencial forrajero en un ciclo de cultivo de un año.

En términos generales, salvo los clones Tapó Joá y Rocha, todos los demás rinden menos materia fresca en el segundo año, mientras el comportamiento del cv. Palomita es casi indiferente a la duración del ciclo del cultivo en términos de materia fresca aérea.

Respecto a los tallos, los valores de macronutrientes se comportaron de la siguiente manera, para N, la variedad Amarilla se distinguió de las demás con un 2,57%. El P y

Ca, se mostraron similares y bajos, en todas los cultivares, en cambio para Mg y K, la variedad Tapo Jo'a con 0,50% y 1,83% respectivamente se destacó de los demás.

Asimismo en cuanto a los parámetros nutricionales medidos que ofrecen las mandiocas ensiladas con caña, se determinó que aportarían buenas cantidades de PB respecto a los tratamientos que no incluyen mandioca, pero la digestibilidad se ve afectada por la presencia de lignina en las hojas y peciolo, mostrando un mayor porcentaje de FDA que los demás tratamientos. En comparación con estudios previos realizados por el Ing. Agr. Ovidio Uset en su trabajo “Mandioca, mucho más que Chipá” (2011), en el cual utilizó el mismo tipo de silo que nuestro T2, los valores de PB y FDA son similares, a diferencia que solo utilizó el tercio superior de la parte aérea de las plantas de mandioca, las hojas jóvenes y por ende, con menor contenido de lignina, mostrando que no hay variabilidad al seleccionar las hojas.

Las mandiocas de ciclo bianual, no serían aptas para el ensilaje dado el bajo rendimiento de parte aérea.

Mientras la utilidad de los tallos de mandioca también reside en que constituyen el órgano para la multiplicación asexual a escala comercial del cultivo; las hojas, ricas en proteínas, son desechadas en el campo, perdiendo así gran cantidad de nutrientes. Mediante la utilización de los microsilos bolsa se estaría evitando éstas pérdidas y aprovechando al máximo cada componente de las plantas.

En relación a las variedades de caña que se estudiaron, ambas presentaron diferentes características, los resultados de esta experiencia puntual, denotan la superioridad del cv. FAM 85-5 respecto de la TUC 77-42, estableciéndose una diferencia de casi 20 toneladas de tallos por hectárea a favor de la primera.

Finalmente, este trabajo informa acerca del potencial del follaje de mandioca y su aporte nutricional para la alimentación animal, tanto para rumiantes como para monogástricos, y pretende de ésta forma generar información concisa y útil para los pequeños productores mandioqueros.

En términos del cumplimiento de los objetivos específicos, durante el trabajo de Pasantía logré adquirir las técnicas procedimentales para la confección de microsilos mixtos y para realizar el muestreo que permitió caracterizar organolépticamente y químicamente su calidad. También durante éste, aprendí a trabajar en equipo, incorporar rutinas de trabajo, las cuales me sirvieron para poder lograr estas metas y afrontar las futuras.

## ANEXOS

### *Contenidos de Macronutrientes en Laminas Foliares, Howeler (1963).*

| ELEMENTO              | GRAMINEAS<br>FORRAJERAS  | LEGUMINOSAS<br>FORRAJERAS  | ARROZ   | FRIJOL  | MAIZ  | YUCA   |
|-----------------------|--|--|---|---|---|--|
| N %                   | 2.5  | 3.5  | 3.0-4.0   | 3.8-5.5   | 2.8-3.5   | 5.1-5.8  |
| P %                   | 0.15-0.20  | 0.15-0.20  | 0.20-0.35                                       | 0.21-0.30   | 0.25-0.40   | 0.36-0.50  |
| K %                   | 1.50   | 1.86   | 1.70-2.20                                       | 1.20-2.50   | 1.71-2.25   | 1.3-2.0  |
| Ca %                  | 0.40-0.80  | 1.07   | 0.24-0.40                                       | 2.50-3.50   | 0.21-0.50   | 0.75-0.85  |
| Mg %                  | 0.20-0.40  | 0.38   | 0.08-0.15                                       | 0.35-0.55   | 0.21-0.40   | 0.29-0.31  |
| S %                   | 0.1  | 0.15   | .   | 0.35  | .   | 0.26-0.30  |
| B ug/g <sup>-1</sup>  | .  | .  | .   | 21-35   | 6-25  | 30-60  |
| Mn ug/g <sup>-1</sup> | .  | .  | .   | 150-400   | 20-150  | 6-10   |
| Fe ug/g <sup>-1</sup> | .  | .  | .   | 250-500   | 21-250  | 120-140  |
| Cu ug/g <sup>-1</sup> | .  | .  | .   | 6-18  | 6-20  | 50-120   |
| Zn ug/g <sup>-1</sup> | 25   | 25   | 25-50   | 46-60   | 21-70   | 30-60  |
| PARTE DE<br>LA PLANTA | LA PARTE<br>AEREA INME-<br>DIATAMENTE<br>ANTES DE LA<br>FLORACION. | LA PARTE<br>AEREA INME-<br>DIATAMENTE<br>ANTES DE LA<br>FLORACION. | LAMINA<br>FOLIAR<br>AL MA-<br>COLLA-<br>MIENTO. | HOJAS<br>SUPERIO-<br>RES BIEN<br>DESARRO-<br>LLADAS AL<br>INICIO DE<br>LA FLORA-<br>CION. | HOJA DE<br>MAZORCA<br>A INICIA-<br>CION DEL<br>CABELLO. | LAMINAS<br>FOLIARES<br>MAS JOVE-<br>NES EXPAN-<br>DIDAS. |

FUENTE: HOWELER (1963); SANZ SCOVINO (PC); THUNG (PC).



## **BIBLIOGRAFÍA:**

-Andrade, F.; Cirilo, A.; Uhart, S. & Otegui, M. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Balcarce, Buenos Aires, La Barrosa.

-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.

-CAFAGDA. 2010. Cámara Argentina de Fructuosas, Almidones, Glucosa, Derivados y Afines. Consulta on-line: 31/05/15

-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).

-CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2005. Annual Report. Output 1-45. Genetic Base of Cassava and related Manihot species evaluated and available for cassava improvement: higher nutritional quality. Project IP3: improving cassava for the development world.

-Cock, J. 1989. La Yuca Nuevo Potencial Para un Cultivo Tradicional. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 240 pp.

-Cock, JH & MA El-Shrakawy. 1991. Características fisiológicas para la selección de yuca. En: Mejoramiento genético de la yuca en América Latina. Hershey, CH (ed). CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) Cali, Colombia. Pp. 252-265.



- Escobar, EH, D. Ligier, M. Melgar, H. Matteio y O. Vallejos. 1994. Mapa de suelos de los Departamentos de Capital, San Cosme e Itatí de la Provincia de 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 pp.
  
- Gallego, L. M., S. Ronco y R. Melgar. 1991. Prov. de Corrientes. Caracterización Agroclimática Tomo 5. 2º etapa Agroecología de los Cultivos. 188 pp.
  
- Gil, J.L. y Buitrago, J.A . La yuca en la Alimentación Animal. Cap 28 pp-527-569. En: Ospina, B. y H. Ceballos. La Yuca en el Tercer Milenio. Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. CIAT. Mayo 2002.
  
- Howeler, R. 1981. Nutrición Mineral y fertilización de la yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 55 pp.
  
- Howeler, R. 2014. Sustainable soil and crop management of cassava in Asia. CIAT. 280 pp.
  
- Ligier, H. 2014. Evaluación de tierras para el cultivo de caña de azúcar. Recursos Naturales de la E.E.A. El Sombrero. Corrientes.
  
- Lovisa. E. 2006. Distribución y características de las variedades comerciales de caña de azúcar Utilizadas en el Noreste de Santa Fe. Centro Operativo Experimental Tacuarendí. Tacuarendí. Santa Fe.
  
- Montaldo, A. 1979. La Yuca. Instituto Interamericano de Cooperación Para la Agricultura. San José, Costa Rica. 386 pp.
  
- Ospina, B. y Ceballos, H. (eds) .2002. La Yuca Para en el Tercer Milenio. Bogotá, Colombia. 584 pp.

- Pocovi, M., Collavino, N. y Mariotti, J. 2011. Aspectos de biodiversidad relacionados con la mejora genética de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en Argentina. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Argentina. 11pp.
  
- Ramanujan, T. 1990. Effect of moisture stress on photosynthesis and productivity of cassava. En: La yuca en el Tercer Milenio. Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2002. Ospina y Ceballos (eds). Cali, Colombia. Pp 40.
  
- Scribano, V. 2011. Confeccion de Silo Bolsa. INTA. Lechería Regional Extra-Pampeana, Proyecto Lechero. Producir XXI, Bs. As., 19(237):20-26.
  
- Soil Survey Staff. 1990. Keys to Soil Taxonomy By Survey Staff SMSS Technical Monograph N° 6. Fourth Edition. Blacksburg, Virginia. USA.
  
- Vassallo, M., A. 1999. Otra alternativa para la nutrición animal. Consulta online, <http://www.lni.unipi.it/stevia/Suplemento/PAG47006.HTM>
  
- Uset, O. A. 2009. Utilización de Raíces y Parte Aérea de Mandioca en la Alimentación Animal. Informe Técnico N° 62. EEA Montecarlo, Mnes. 18.
  
- Uset, O. A. 2011. Mandioca, Mucho más que Chipá. INTA EEA Montecarlo, Misiones. Proyecto Lechero. 3 pp.