

"MANEJO DEL REBROTE DE MANDIOCA PARA PRODUCCIÓN DE FOLLAJE CON FINES FORRAJEROS "

Trabajo Final de Graduación.

-Modalidad Pasantía-

FCA-UNNE

Alumno: YAUSAZ, Camilo

Directora: Ing. Agr. (Mgter) BURGOS, Ángela Ma.

Tribunal evaluador: Ing. Agr. DAVALOS, Claudio Marcos.
Med. Vet KORNUTA, Leonardo Martín.

Ing. Agr. TAFFAREL, Oscar Agustín.

AÑO 2021

ÍNDICE

1 Introducción.....	pag 3
2 Objetivos generales.....	pag 4
2.1 Objetivos específico.....	pag 5
3 Materiales y métodos.....	pag 6
3.1 Lugar de trabajo	pag 6
3.2 Caracterización climática	pag 7
3.3 Caracterización edáfica del lugar de trabajo	pag 8
3.4 Material biológico.....	pag 8
3.5 Descripción de las parcelas de trabajo	pag 9
3.6 Descripción de trabajos realizados	pag 9
3.6.1 Toma de muestras de suelo y cálculos de nutrientes.....	pag 9
3.6.2 Diagrama de esquema de podas	pag 11
3.6.3 Registro de datos.....	pag 12
3.6.4 Monitoreo de plagas y enfermedades	pag 13
3.6.5 Monitoreo y control de malezas	pag 15
3.6.6 Elaboración de informes y análisis de resultados	pag 17
4 Conclusiones.....	pag 22
5 Bibliografía.....	pag 23

1 INTRODUCCIÓN:

Las hojas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) poseen un contenido de proteína bruta cercano a 22,7% (en base ceca) por lo que se consideran de alto valor nutricional en la dieta animal (Giraldo *et al.*, 2006; Gil Llanos, 2015).

El cultivo de mandioca para la producción exclusiva de follaje implica un manejo particular de densidades, de fertilización y de frecuencias de recolección que difiere según los genotipos y condiciones agroecológicas que hasta ahora no ha sido evaluado en Argentina. Estos manejos pueden traer diferencias en los rendimientos y en la composición química y nutricional del material recolectado.

Gil Llanos (2015) recomienda para Colombia 4 a 6 cosechas en el año y especifica que la altura de corte del forraje se debe hacer a los 40 cm del suelo, lo que permite un mejor rebrote del nuevo material, favoreciendo el crecimiento de la planta. En las condiciones agroecológicas de Colombia, se obtienen producciones de 120 toneladas de forraje fresco por hectárea al año en promedio, dependiendo de la variedad, condiciones climáticas, tipo de suelo y fertilización.

A nivel local, la importancia de la producción de un forraje nutritivo y rico en proteínas reside en lo que la ganadería representa para la provincia de Corrientes y en la situación que la misma debe afrontar. Un análisis del contexto donde esta pasantía se desarrolló, demuestra que, de la totalidad de la superficie provincial destinada a actividades agropecuarias, el 93% se destina a actividades ganaderas, casi siete millones de hectáreas. De las seis zonas agroeconómicas en que se divide la Provincia, cuatro son principalmente ganaderas. En cuanto a la orientación de la producción solo el 2% de la superficie agropecuaria provincial corresponde a actividades agrícolas puras, el 57% corresponde a ganaderas puras, el 4% a mixtas agrícolas-ganaderas y el 37% a mixtas ganadero-agrícolas (Acosta *et al.*, 2009).

Por otro lado, Martínez *et al.* (2016) han definido a los pastizales del nordeste argentino (NEA), como de pobre calidad, debido a que poseen bajo porcentaje de proteína, alto contenido de pared celular lignificada -casi indigerible- y un marcado déficit en carbohidratos solubles que generan efectos negativos sobre el consumo voluntario y la digestibilidad. En términos de cantidad, se agrega que la oferta forrajera es escasa en invierno.

Por su parte, Pochón *et al.* (2010), han manifestado que el uso de materias primas regionales no tradicionales en la alimentación animal (como mandioca, batata, algunas leguminosas, caña de azúcar, entre otros) permite la reducción de los costos de producción y una disminución en el precio de los insumos. Asimismo, plantean que la información sobre el valor nutritivo de los alimentos alternativos es muy escasa en nuestra zona y que para incluirlos en las dietas es necesario caracterizarlos nutricionalmente.

Por todo lo expuesto se justifica la realización del presente estudio sobre el rendimiento de las hojas de mandioca como forraje. El mismo aporta un insumo para el manejo de este cultivo como alternativa forrajera en la región.

2 OBJETIVOS GENERALES:

- Realizar prácticas profesionales para la conducción de un cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) destinado exclusivamente a la cosecha de follaje con destino forrajero en su segundo ciclo de crecimiento.

- Adquirir destreza para el seguimiento del cultivo y la toma sistemática de datos útiles, para poder fundamentar las prácticas de manejo que requieran y poder realizar un análisis crítico de las respuestas halladas.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1- Tomar de muestras de suelo, para un posterior cálculo de fertilización en base a requerimientos y nutrientes disponibles en el suelo (Howeler, 1981; 2014).
- 2- Reconocer diferentes cultivares de mandioca implantados en el Campo Experimental por sus caracteres morfológicos y hábitos de crecimiento.
- 3- Diagramar un esquema de podas de los cultivares de mandioca implantados con fines forrajeros.
- 4- Aplicar un plan de fertilización adecuado en tiempo y forma.
- 5- Registrar la información en planillas de seguimiento a campo para cada fecha y cultivar de mandioca evaluado relacionado a los rendimientos de follaje obtenidos expresados en peso fresco y en peso seco.
- 6- Monitorear las plagas y/o enfermedades que pudieran aparecer durante el ciclo del cultivo.
- 7- Planificar y realizar oportunamente tratamientos sanitarios preventivos y/o curativos con fungicidas e insecticidas aptos al cultivo. Adquirir destreza en el correcto uso y aplicación de agroquímicos basados en las buenas prácticas agrícola (BPA).
- 8- Realizar oportunamente tratamientos para el control mecánico y/o químico de malezas.
- 9- Realizar una revisión de la bibliografía específica sobre el tema.
- 10-Elaborar informes y analizar los resultados obtenidos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de realización

La pasantía se realizó en el Campo Didáctico Experimental del Dpto. de Producción Vegetal de la FCA UNNE, ubicado en 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, señalización del lote en estudio.

En el área remarcada en la Figura 1 se realizaron las actividades de manejo y cosecha de los distintos tipos de cultivares. La parcela de trabajo limitaba con: una parcela de ananá (Figura 2) y una de caña de azúcar presentes durante todo el ensayo y por último una parcela de maíz (Figura 3) que contaba con sistema de riego.

Las mediciones y el procesamiento de las hojas fueron realizados en el laboratorio del Dpto de Producción Vegetal de la FCA UNNE, ubicado en el mismo predio de la parcela experimental.



Figura 2. Vista del lote vecino de ananá (izquierda) y caña de azúcar (fondo).



Figura 3: Vista del lote con apreciación del lote vecino de maíz (derecha) y caña de azúcar (fondo).

3.2 Caracterización climática

El clima de la zona en donde se realizó la Pasantía es subtropical sin estación seca. Presenta temperaturas cálidas en la mayor parte del año, con temperaturas del mes más frío entre 0 °C y 18 °C y del mes más cálido 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° y 40° (Bruniard, 2000).

3.3 Caracterización edáfica del lugar de trabajo.

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 sub superficie textura franco arcillo-arenosa, por lo que es susceptible a erosión hídrica como primer limitante y en segundo lugar susceptible a erosión eólica (Escobar *et al.*, 1994).

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 y ácuico, haciendo referencia a aquellos suelos que permanecen varios días bajo condiciones de inundación (Escobar *et al.*, 1994). Esta serie representa a los suelos de las lomadas rojizas, del cordón arenoso de Capital - Itatí, siendo las áreas de mayor altura, de ahí que sean muy utilizadas para agricultura, fruticultura y horticultura, con características de minifundio y para forestación. 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).

Por todas estas características, altos y de excelente condición física y aún por su baja fertilidad que es altamente tolerada por la mandioca, son catalogados como aptos para la exitosa implantación de este cultivo.

De hecho, la Provincia de Corrientes posee alrededor de 17% de suelos con aptitud moderada a muy apta para el cultivo de mandioca, según el mapa elaborado por Recursos Naturales-E.E.A. INTA-Corrientes (Gallego, 1991).

3.4 Material biológico

El trabajo consideró a cinco cultivares distintos de mandioca los cuales estaban cumpliendo un ciclo bianual ya que habían sido previamente cosechados con el mismo fin del presente trabajo.

El nombre vulgar de cada cultivar (CV) bajo estudio ha sido: CV1 "Paraguay Cerro Azul", CV2 "Ramada Paso", CV3 "Campeona", CV4 "Amarilla" y CV5 "Amarilla Molina".

3.5 Descripción de las parcelas de trabajo:

Los cultivares estaban plantados a una densidad de 0,5 x 0,5 m dando así una densidad de 40000 plantas/ha. Cabe mencionar que esta es la densidad mínima recomendada por varios autores para la implantación de mandioca con fines forrajeros (Gil Llanos, 2015, Gomez *et al.*, 2016; Rosero Valencia, 2002).

Las plantas de cada cultivar se encontraban dispuestas en parcelas de 25 m² cada una (5 m x 5 m), distribuidas en 3 bloques. Durante el primer ciclo de crecimiento (2018-2019), cada una de estas parcelas se habían manejado de manera diferencial durante el primer año de corte, habiendo sido sometidas a “alta fertilización” (AF) y “baja fertilización” (BF) con urea y por último, a su vez se separaban en “poda 2” (P2) y “poda 3” (P3) en función a la cantidad de podas a las que habían sido sometidas previamente indicando así los tratamientos que sufrieron a lo largo de su primer ciclo. Durante el segundo año de crecimiento (2019-2020) considerado rebrote, que es sobre lo que versa este trabajo de pasantía, se utilizó una sola dosis de urea que se aplicó en una sola oportunidad y todos los cultivares se sometieron a una misma secuencia de cortes, aproximadamente cada 75 días.

3.6 Descripción de los trabajos realizados.

3.6.1 Toma de muestras de suelo, para un posterior cálculo de fertilización en base a requerimientos y nutrientes disponibles- Aplicar un plan de fertilización adecuado en tiempo y forma.

Se tomaron muestras de suelo compuestas a dos profundidades (Figura 4) para evaluar las distintas condiciones químicas con las cuales contaba el lote a iniciar el ensayo (Fecha: agosto 2019)



Figura 4. Extracción de muestras de suelo a dos profundidades.

Tabla 1 Análisis químico del suelo de la parcela de estudio a dos profundidades (Laboratorio de CETEPRO)

	pH	N	P	K	Ca	Mg	Na	M.O.	Ω
	-	%	ppm	meq / 100 g				%	dS/m
S072 Suelo para mandioca 0 - 10 cm	5,52	0,05	4,88	0,11	0,80	1,40	0,05	1,27	0,073
S073 Suelo para mandioca 10 - 30 cm	5,59	0,03	3,80	N/D	1,00	0,50	N/D	2,93	0,072

N/D: No detectado por la metodología utilizada.

Fretes (2010) recomienda suelos con un pH mayor a 3,5 y menor a 8, con una profundidad efectiva mayor a 40 cm y con un buen drenaje, todas características de la serie de suelo como así también del lote en cuestión.

Podemos destacar que los niveles de Fosforo se encontraban en 6,34 y 9,88 kg/ha respectivamente y los valores de Potasio 55,7 kg/ha; para el pasaje de ppm a kg/ha se multiplicó dicho valor por la profundidad del muestreo, la densidad aparente (1,3 g/cm³) y el factor de corrección 0,1; lo cual junto con la Tabla 2 nos demuestra que los requerimientos del cultivo están más que suplidos.

Tabla 2 Consumo de nutrientes de la planta entera de mandioca para un determinado rendimiento de raíces frescas estimado (RRF). Fuente: Ospina y Ceballos, 2002; Howeler, 1981, Howeler, 2014.

Nutriente	Extracción (kg/ha) para RRF ^a	
	Estimado (15 t/ha)	Ponderado (30 t/ha)
N	66.3	132.6
P	10.1	20.1
K	53.7	107.4
Ca	20.4	40.8
Mg	12.3	24.6

Se desprende de la Tabla 2 que el nitrógeno es el nutriente que más influye en el rendimiento de raíces y follaje, siguiéndole el potasio y

luego el fósforo. Existe una alta correlación entre el crecimiento y volumen de la masa verde con el rendimiento de raíces, aunque los índices de cosecha (peso raíz dividido peso de planta) sean menores (Cenoz, P J. – y otros 2003).

En función al requerimiento ponderado del cultivo para una producción de raíces de mandioca que es lo que se utiliza de referencia para la zona de 30 tn ha⁻¹ y en función a la oferta de suelo se determinó la necesidad de fertilización nitrogenada que en nuestro esquema de producción forrajera se consideró primordial para la formación de hojas y para el metabolismo proteico.

Se tomó de referencia la densidad aparente de 1,3 g cm³

1-Se calculó el peso de la hectárea: 10.000 cm x 10.000 cm x 20 cm x 1,3 g cm³ /1000 =2.600.000 kg

2-Se calculó el N aprovechable (NA) a partir de la M.O. teniendo en cuenta un porcentaje de mineralización promedio teórico de 2,5% (Ospina y Ceballos, 2002)

*M.O. PROMEDIO=2,1, Nitrógeno Total=2,1/20=0,105

NA= 0,105x0,0025=0,002625 para 1 ha= 0,002625 X2.600.000/100=68,25 kg NA ha⁻¹

3-Seguidamente se calculó la necesidad de fertilizante siguiendo la fórmula sugerida por Ospina y Ceballos, 2002. Para los fertilizantes nitrogenados estos mismos autores sugieren se utilice una eficiencia de fertilizante de 50%.

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

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

Por tanto, NF= 132 kg-68,25 kg/50=127,5 kg de N ha⁻¹

4-Finalmente se calculó la necesidad con urea granulada al 46%, resultando en 277 kg de urea ha⁻¹.

5-La aplicación de esta dosis se hizo en único momento en todo el ensayo, en el mes de octubre (4/10/19) después del primer corte.

3.6.2 Diagramar un esquema de podas de los cultivares de mandioca implantados con fines forrajeros.

Gil Llanos (2015), recomienda para Colombia 4 a 6 cosechas en el año y especifica que la altura de corte del forraje se debe hacer a los 40 cm del suelo, lo que permite un mejor rebrote del nuevo material,

favoreciendo el crecimiento de la planta. Por su parte, Buitrago (1990) y Buitrago *et al.* (2001) recomiendan cosechar cada 2 a 3 meses y mantener el cultivo durante 1 o 2 años para obtener un producto de mejor calidad y excelente rendimiento.

En función a estas recomendaciones, se optó por realizar una frecuencia de 4 cosechas en total, con un intervalo aproximado de **75 días** entre cada una, empezando en septiembre de 2019 y finalizando en mayo de 2020 (20/09/19-5/12/19-28/02/20-15/05/20)

Para poder determinar la altura de cosecha se analizaron varios criterios y finalmente se optó por medir la altura (cm) de 5 plantas al azar por bloque de cada CV calculándose posteriormente el promedio de la altura de las plantas de cada cultivar y así proceder a podar el tercio superior de todas las plantas independientemente de su tratamiento. Para medir la altura de las plantas desde el cuello hasta el ápice caulinar y la altura de poda se utilizó una cintra métrica, dichos cortes se realizaron manualmente con tijera de podar.

3.6.3 Registro de la información en planillas de seguimiento a campo para cada fecha y cultivar de mandioca evaluado relacionado a los rendimientos de follaje obtenidos expresados en fresco y en seco.

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 aproxima 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).

Del tercio superior podado, se procedió a separar el material obtenido en hojas por un lado y tallos por otro (Figura 5). Se pesaron separadamente y se obtuvo el peso fresco de cada fracción que posteriormente fue llevado a estufa por aproximadamente 48hs hasta obtener un peso constante (Figura 6) y obtener así el peso seco por muestra y conocer de esta forma los rindes potenciales tanto en fresco como en seco por fecha de poda. Finalmente, el registro sistematizado de los datos permitió calcular el peso acumulado por cada cultivar a lo largo del ciclo de crecimiento y de las sucesivas podas.

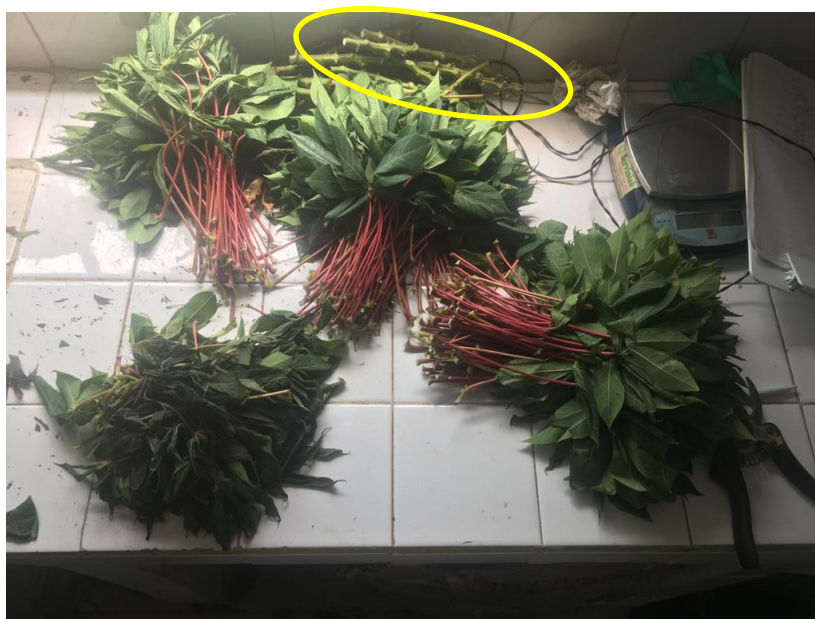


Figura 5. Separación del tercio superior podado en la fracción de hojas y de tallos (señalado con círculo).



Figura6. Pesaje de hojas y secado en estufa en el laboratorio del Dpto. de Producción Vegetal de la FCA-UNNE.

3.6.4 Monitorear las plagas y/o enfermedades que pudieran aparecer durante el ciclo del cultivo.- Planificar y realizar oportunamente tratamientos sanitarios preventivos y/o curativos con fungicidas e insecticidas aptos al cultivo. Adquirir destreza en el correcto uso y aplicación de agroquímicos basados en las buenas prácticas agrícola (BPA).

A lo largo de todo el ciclo del cultivo se pudo apreciar la presencia de diferentes plagas como lo fueron los lepidópteros conocidos vulgarmente como Marandova (*Erinnys ello*) (Figura 7) del orden

Lepidóptera y el barrenador del tallo (*Chilomima clarkei*) (Figura 8), del orden Ortoptera. También se observaron algunas tucuras de la especie *Zoniopoda omnicolor* (Figura 9). El CV3 "Campeona" fue el único que se vió afectado por la presencia del díptero conocido vulgarmente como mosca de la agalla *Jatrophobia brasiliensis* (Figura 10).

No se realizaron controles químicos para ninguno de los 3 casos ya que nunca se alcanzaron umbrales de daño que pudieran llegar a comprometer la productividad o sobrevivencia de cualquiera de los 5 cultivos. También cabe aquí la mención que, en Argentina, no hay ningún agroquímico registrado para su uso en el cultivo de mandioca.



Figura 7 *Erinnys ello*, plaga voraz que ingiere las hojas que son el producto de cosecha.



Figura 8 *Chilomima clarkei*, plaga que daña los tallos que soportan las hojas y se utilizan como órgano de propagación del cultivo.



Figura 9 *Zoniopoda omnicolor*



Figura 10. Agallas de *Jatrophobia brasiliensis*

3.6.5 Realizar oportunamente tratamientos para el control mecánico y/o químico de malezas.

Numerosas malezas afectan al cultivo de mandioca, entre las mayor presencia en el lote, se observaron *Acycarpha*, *Paspalum*, *Conyza bonariensis*, *Sida rhombifolia* y *Cenchrus echinatus* (Figuras 11 y 12)



Figura 11 Malezas con mayor presencia en el lote: *Conyza bonariensis* (izquierda) y *Sida rhombifolia* (derecha) –



Figura 12 *Cenchrus echinatus*

Debido a la falta de productos registrados para el cultivo de mandioca en Argentina, se procedió únicamente al control físico de malezas. En los lineos y entrelíneos dentro de cada bloque se optó por un control manual y con azadas (Figura 12), mientras que en las calles entre bloques se utilizaron desmalezadoras (Figura 13).



Figura 12 Desmalezado manual en el lineo y entrelíneo



Figura 13 Calles entre bloques después del desmalezado mecánico

3.6.6 Elaborar informes y analizar los resultados obtenidos

Para poder realizar un análisis objetivo de los resultados obtenidos, para poder llegar a conclusiones certeras y para poder realizar recomendaciones; resulta necesario recurrir al uso de programas de estadística y aplicación de análisis apropiados al experimento.

Los resultados fueron analizados estadísticamente a través del análisis de la varianza con el software Infostat (Di Rienzo et al., 2017), fijando un nivel de significancia del 5% y la comparación de medias se realizó a través del Test de Tukey. Para realizar el ANOVA, los datos que no tenían distribución gaussiana fueron transformados por log₁₀, como Materia Seca Aérea Total (MSA), Materia Seca de Hojas (MSH) y Materia Seca de Tallos (MST).

Resultados

Luego de analizarlos, se evaluó cuál o cuáles eran los cultivares de mandioca que presentaban los mejores rendimientos en MS (Materia Seca) total por hectárea, como así también en hojas y tallo por separado.

En la Tabla 3 se aprecian los valores obtenidos comparando las medias de los valores de los diferentes cultivares basándonos en la prueba de Tukey (0,05%).

TABLA 3: Materia Seca Aérea Total, Materia Seca de Hojas y Materia Seca de Tallos Promedio de los cinco cultivares (CV) de mandioca evaluados en Corrientes durante su segundo ciclo de crecimiento.

Cultivar	MS Aérea Total (kg/ha)	MS Hojas (kg/ha)	MS Tallos (kg/ha)
CV 1	5309,30 (B)	2683,63 (B)	2625,67 (B)
CV 2	2794,60 (A)	1585,71 (A)	1208,89 (A)
CV 3	3319,63 (A)	1744,70 (A)	1574,92 (A)
CV 4	3983,76 (A,B)	2214,69 (A,B)	1769,07 (A)
CV 5	3748,95 (A)	2182,20 (A,B)	1566,92 (A)
Cv (%)	12,18	14,26	12,46

Medias con la misma letra en cada factor no difieren significativamente, según la prueba de Tukey ($p > 0,05$).

Analizando el comportamiento de los cultivares, se observa que en términos generales el CV 1 tiende a presentar mayores rendimientos de MSH (2683 kg/ha), MST (2625 kg/ha) y MSA (5309 kg/ha).

Estadísticamente el CV 1 se diferenció en el rendimiento de MSH de los CV 2 y 3; los CV 4 y 5 no se diferenciaron entre ellos y la diferencia de ellos con el CV 1 no llegó a ser significativa.

En la MST, el CV 1 superó estadísticamente a todos los demás cultivares.

Finalmente, en la MSA, el CV 1 se diferenció estadísticamente de los CV 2,3 y 5 y no llegó a superar al CV 4 en términos estadísticos, pero sí en valores absolutos.

También se analizó teniendo en cuenta como punto de comparación la fecha de corte, obteniendo las medias de cada cosecha entre los 5 cultivares y comparando los rendimientos entre las distintas cosechas.

En las Tablas que siguen (Tabla 4, 5 y 6) se presentan las diferencias entre las medias de cada cultivar de mandioca cosechado para cada fecha en términos de materia seca aérea total (MSA) y particionada en hojas (MSH) y tallos (MST) expresadas en kg/ha. Se muestra, asimismo, las mismas variables acumuladas durante las diferentes fechas de corte a través del año para cada cultivar en sentido horizontal. También se muestran las mismas variables acumuladas por cada fecha de muestreo en sentido vertical.

TABLA 4. Materia Seca Aérea Total (MSA) en kilogramos por hectárea por cultivar y por fecha de corte. Sumatoria de MSA total por cultivar en el año y por fecha entre cultivares.

Cultivar	SEPT	DIC	FEBR	MAYO	TOTAL MSA ACUMULADA POR CV/kg/ha/año
CV1	1359,84 A	5627,28 AB	7074,01 B	6388,78 D	20449,91
CV2	834,48 A	4382,34 AB	4506,53 A	1455,07 BC	11178,42
CV3	1145,38 A	3127,40 A	5309,85 AB	3695,89 BC	13278,52
CV4	995,16 A	5933,13 B	5625,79 AB	3380,95 B	15935,03
CV5	835,38 A	4175,43 AB	5033,14 AB	4951,85 CD	14995,80
C.V. (%)	12,99	7,07	5,71	4,03	
PROMEDIO	1034,048	4649,116	5509,86	3974,508	15167,53

Medias presentadas en sentido vertical con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey ($p>0,05$).

Al ver el comportamiento de los cultivares bajo estudio, vemos que la MSA se comporta diferente entre cultivares a partir del segundo corte después del rebrote, desde el mes de diciembre. De aquí podemos observar que los rendimientos de MSA aumentan con los cortes sucesivos desde septiembre a febrero, pero en el mes de mayo es cuando empieza a disminuir el rendimiento. Este comportamiento podría ser atribuible al ciclo mismo de la planta en nuestra zona, considerándola como una planta anual la cual está llegando al fin de su ciclo, por lo tanto, no priorizará tanto rebrotar como si lo hizo en los dos cortes anteriores coincidentes con los picos de temperatura estivales. Solo el CV4, comienza a reducir su rendimiento de MSA de manera temprana desde el mes de febrero.

El máximo rendimiento promedio de MSA se alcanza en el mes de febrero (5509,86 kg/ha) y en los sucesivos cortes el CV1 es el que alcanza los máximos rendimientos acumulados de MSA (20449,91 kg/ha/año). En promedio se pueden obtener **15167** kg/ha/año de MSA utilizando los cultivares evaluados en esta pasantía.

Separando en ambos componentes de la biomasa aérea, MSH (Tabla 5) y MST (Tabla 6) se puede apreciar el comportamiento de la partición de la misma.

TABLA 5. Materia Seca de Hojas (MSH) en kilogramos por hectárea por cultivar y por fecha de corte. sumatoria de MSH por cultivar en el año y por fecha entre cultivares.

Cultivar	SEPT	DIC	FEBR	MAYO	TOTAL MSH ACUMULADA POR CV/kg/ha/año
CV1	693,81 A	2888,16 B	3762,42 A	3033,95 D	10378,34
CV2	378,74 A	2255,43 AB	2917,40 A	791,29 A	6342,86
CV3	496,99 A	1455,28 A	2978,88 A	2054,66 BC	6985,81
CV4	482,72 A	3236,16 B	3266,09 A	1873,78 B	8858,75
CV5	350,99 A	2369,13 AB	3225,04 A	2463,61 CD	8408,78
C.V. (%)	15,01	7,48	5,87	4,03	
PROMEDIO	480,65	2440,832	3229,966	2043,458	8194,906

Medias presentadas en sentido vertical con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey ($p>0,05$).

Particularmente interesa analizar el rendimiento de la MSH (Tabla 5) por su valor nutritivo, en este sentido en el mes de mayo, el CV1 y el 5 no se diferencian entre ellos y superan estadísticamente a los demás tratamientos. Por su parte puede observarse que al calcularse la MSH acumulada total /cv/año, el CV1 supera ampliamente en números absolutos a los demás cultivares.

Observando particularmente cada fecha (Tabla 5) se aprecia que en febrero se cosecha mayor cantidad de biomasa de hojas (MSH) cercana a un promedio de 3230 kg/ha que resulta la parte más nutritiva y palatable del material, en virtud de su alto contenido proteico y bajo contenido de fibras respecto del tallo (Gil Llanos, 2015; Buitrago *et al.*, 2001). En esa instancia, no se observaron diferencias estadísticas en el rendimiento de hojas entre los cultivares, pero las diferencias que se presentaron en los meses de diciembre y mayo llevan a que se establezcan diferencias en los valores acumulados durante el año por cada cultivar, observándose la superioridad del CV 1. Finalmente se debe destacar que se logra cosechar en promedio 8194 kg/ha/año de MSH.

TABLA 6. Materia Seca de Tallos (MST) en kilogramos por hectárea por cultivar y por fecha de corte. sumatoria de MST total por cultivar en el año y por fecha entre cultivares.

Cultivar	SEPT	DIC	FEBR	MAYO	TOTAL MST ACUMULADA POR CV/kg/ha/año
CV1	666,03 A	2739,1 A	3311,59 B	3354,83 C	10071,55
CV2	455,74 A	2126,92 A	1589,13 A	663,78 A	4835,57
CV3	648,39 A	1672,11 A	2337,97 AB	1641,22 B	6300,5
CV4	512,44 A	2696,97 A	2359,70 B	1507,17 B	7076,28
CV5	484,38 A	1806,30 A	1808,10 AB	2168,91 B	6267,69
C.V. (%)	12,99	8,24	6,92	4,79	
PROMEDIO	553,396	2208,28	2281,298	1867,182	6910,318

Medias presentadas en sentido vertical con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey ($p>0,05$).

El máximo rendimiento promedio de MST se alcanza en el mes de febrero (2281 kg/ha) y en los sucesivos cortes el CV1 es el que alcanza los máximos rendimientos acumulados de MST (10771 kg/ha/año). En promedio se pueden obtener 6910 kg/ha/año de MST utilizando los cultivares evaluados en esta pasantía.

En términos de momento de cosecha, en el mes de febrero el cultivo alcanza el máximo rendimiento tanto en MSA, como en MST y MSH.

Al integrar las variables analizadas en el lote y al revisar la historia del mismo se pueden realizar algunas de las siguientes apreciaciones.

En los estudios realizados durante primer año de cosecha de este ensayo (28/09/18 – 15/5/19) por Antonelli Roch (2020), los cultivares no se diferenciaron estadísticamente entre ellos en la producción de MSA, si bien se destacaron de acuerdo al manejo de la frecuencia de cortes que se había evaluado (Antonelli Roch, 2020). Cuando las plantas recibieron un triple corte (febr-marzo-mayo) se destacó el CV3 (Campeona) con una producción de 3,63 Ton/ha mientras que entre las plantas que recibieron un doble corte (febrero-mayo) el CV5 (Amarilla Molina) se destacó y produjo 5,87 Ton/ha en total durante el periodo de estudio del cultivo.

En este 2do año de cultivo, el rebrote del CV1 (Paraguay Cerro Azul) es el que presentó los mayores rendimientos acumulados en MSA (20,4 Ton/ha) pero no se diferenció estadísticamente del CV5 (Amarilla Molina), en ninguna de las 4 fechas de corte en esa variable.

Particularmente en producción de MSH se destacaron los cultivares CV1, CV4 y CV5 cuyas diferencias estadísticas no fueron significativas entre ellos pero sí fueron estadísticamente mayores respecto de los otros dos, CV2 y CV3.

En este segundo año de crecimiento, en promedio se obtienen 15167 kg/ha/año de MSA de tercio superior de la planta de mandioca, la que se particiona en 6910 kg/ha/año de MST y 8194 kg/ha/año de MSH.

Antonelli Roch (2020), trabajando en el mismo lote y con los mismos cultivares durante el primer ciclo de crecimiento, determinó que el contenido de proteína bruta (PB) en la MSH es de 20%. Por lo tanto, el cultivo de mandioca destinado a la producción forrajera en su segundo ciclo de cultivo en Corrientes nos estaría proporcionando 1639 kg/ha de proteína bruta a partir de los 8194 kg/ha de MSH.

Este material podría ensilarse para conservarlo nutricionalmente estable y proporcionarlo como suplemento durante el "bache invernal".

Partiendo de la base de que una vaca de cría de 400 kg requiere 10 kg MS/día, entonces con la MSA del tercio superior de 1ha de mandioca, se obtendría suficiente materia seca para alimentar 50 vacas durante 1 mes exclusivamente a base de mandioca o 25 vacas durante los 2 meses críticos del bache invernal. Con solo el aporte de la MSH, se pueden obtener 819 raciones.

Si se parte del análisis de satisfacer el requerimiento proteico de una vaca de cría (400 kg PV), la cantidad de animales que se pueden alimentar en un día o durante 30 días según la ganancia diaria de peso vivo (GDPV) con 8194 kg/ha de MSH con 1640 kg/ha PB se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7-Cantidad de vacas de cría (400 kg PV) que se pueden alimentar con diferentes ganancias de peso diarias (g/día) solo con MSH de 1ha de mandioca considerando un 20% de PB (Loughlin, 2009).

GDPV (gr)	kg PB/día	N° ANIMALES EN 1 DPIA	N° ANIMALES 30 DÍAS
0	0,507	3234,71	107,824
300	0,604	2715,23	90,508
600	0,682	2404,69	80,156
900	0,751	2183,75	72,792
1200	0,813	2017,22	67,241

4 Conclusiones

El cultivo de mandioca ha sido capaz de rebrotar y dar follaje suficiente para realizar 4 cosechas en el 2do año de crecimiento en las condiciones de estudio.

Las 4 cosechas del rebrote del 2do año del cultivo de mandioca se realizaron en los meses de septiembre, diciembre, febrero y mayo cada aproximadamente 75 días. De las 4 fechas de corte evaluadas, el máximo rendimiento promedio de materia seca aérea total (MSA), de hojas (MSH) y de tallos (MST) se alcanza en el mes de febrero.

Al acumular las cosechas obtuvo en promedio 8194 kg/ha/año de materia seca de hojas (MSH) y 6910 kg/ha/año de materia seca de tallos (MST) utilizando los cultivares evaluados en esta pasantía.

El CV1 resultó altamente recomendable por su producción acumulada de materia seca aérea total (20,4 tn/ha/año) del tercio superior (corte promedio a los 52 cm) en el 2do año de rebrote.

Consideraciones finales:

La zona norte de la Provincia de Corrientes presenta condiciones más que adecuadas para la producción de mandioca. La producción del cultivo para la colecta de follaje implica varios cambios en las prácticas

de manejo respecto a aquellos cultivos dedicados a la producción de raíces. Dentro de estos, la cantidad de ciclos de cultivo factibles de cosecharse, la selección del cultivar, la altura, frecuencia y momento de corte son los más determinantes.

El manejo de cultivos de mandioca con fines forrajeros podría ser una gran oportunidad para aquellos pequeños productores que buscan una alternativa barata, fácil, rústica y adaptable a nuestra zona para mejorar considerablemente las dietas animales donde frecuentemente se encuentran déficits nutricionales.

Para poder realizarlo a gran escala restaría propiciar la agro-industrialización del mismo; esto es a través de plantadoras y cosechadoras mecanizadas que faciliten y agilicen el trabajo.

Así mismo, incentivar la reapertura de plantas de procesamiento industrial para extracción de fécula, sería una alternativa interesante como destino de las raíces de las plantas de 2 años de edad por su potencial elevado contenido de almidón. De todas formas, considero que este es un parámetro que deberá ser estudiado con más detalle debido a las posibles mermas de reservas en la raíz como consecuencia de rebrotes de la planta.

5 Bibliografía

- Acosta, F.; Gimenez, L. Richieri, C.; Calvi, M. 2009. Zonas AgroEconómicas Homogéneas Corrientes. Centro Regional Corrientes. INTA. Disponible en: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-zonas-agroeconomicas-homogeneas-corrientes.pdf> . Fecha última consulta: 7/10/19
- Antonelli Roch, F. 2020. "Manejo de Plantaciones de Mandioca (Manihot esculenta Crantz) en Alta Densidad para Producción de Follaje con Fines Forrajeros". Tesis Final de Graduación para acceder al Título de Ingeniero Agrónomo. FCA. UNNE.
- 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.
- Buitrago J. A. 1990. La yuca en la alimentación animal. Cali: CIAT. 759 p.
- Buitrago, J, JL Gil Llanos y B Ospina. 2001. La yuca en la alimentación avícola. Bogotá Colombia. 48p.
- Cenoz, Pedro J. Y OTROS. 2003.Efecto de los macro nutrientes en el desarrollo y rendimiento de Mandioca (Manihot esculenta, Crantz)
- Di Rienzo, J.A, Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C.W. 2017. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Escobar, E.H., Ligier, D.; Melgar, M; Matteio, H.; Vallejos, O. 1994. Mapa de suelos de los Departamentos de Capital, San Cosme e Itatí de la Provincia de Corrientes.
- Fretes F. 2010 MANDIOCA UNA OPCIÓN INDUSTRIAL
- Gallego, L. M.; Ronco, S.; Melgar, R. 1991. Prov. de Corrientes. Caracterización Agroclimática Tomo 5. 2º etapa. Agroecología de los Cultivos. 188 pp.
- Gil Llanos, J.L. 2015. Uso de Yuca en la alimentación animal. Corporación CLAYUCA. Julio, 2015. Palmira, Colombia.

- Giraldo, A., R. Velasco y J. Aristizábal. 2006. Obtención de harina a partir de hojas de yuca (*Manihot esculenta* crantz) para consumo humano. Facultad de Ciencias Agropecuarias 34 Vol 4 No.1, pp 33-42.
- Gómez, WR, C E. Cardona, S T. Rivero. 2016. Producción y calidad del forraje de tres variedades de yuca bajo tres densidades de siembra. Temas Agrarios - Vol. 21:(2):9 - 20)
- Howeler, R.H.1981. Nutrición Mineral y Fertilización en Yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. (CIAT).
- Howeler R .2014. Sustainable Soil and Crop Management of Cassava in Asia. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 280p.
- Loughlin, R.J.2009. Tablas de requerimientos de nutrientes para recría y engorde de bovinos. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/17-TABLAS.pdf Fecha última consulta: 17(03/2021).
- Martínez, E.V.; A.L.Slanac, C.D. Kucseva. 2016. Resultados de la amonificación con urea sobre la degradabilidad ruminal de *Hemarthria altissima* y *Cynodon nlemfuensis* en bovinos Revista Veterinaria de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Nordeste.† 27 (2): 93-97
- Ospina B & Ceballos H (2002) La yuca en el Tercer Milenio. Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 586p.
- Pochón, D.O.,J.M. Navamuel, H.A. Koslowsk, O. Balbuena, J. A. Picot. 2010. Efectos sobre variables productivas en la sustitución parcial de maíz por mandioca en raciones para cerdos en crecimiento. Revista Veterinaria de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. 21: 1, 38–42.
- Rosero Valencia, D.F. 2002. Evaluación, producción y calidad del forraje de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) con corte periódico manual. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias Palmira, Valle del Cauca
- Uset, O. A. 2009. Utilización de raíces y parte aérea de mandioca en la alimentación animal. Boletín Técnico EEA NTA Montecarlo (Misiones, Argentina) 62: 6–11