



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

MODALIDAD TESINA

“MANEJO DE PLANTACIONES DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) EN ALTA DENSIDAD PARA PRODUCCIÓN DE FOLLAJE CON FINES FORRAJEROS”

Alumno: Antonelli Roch Franco.

Asesora: Ing. Agr. (Mgter) Ángela Ma. Burgos.

Lugar de trabajo: Cátedra de Cultivos III, Campo Experimental FCA-UNNE.

Tribunal Evaluador:

- Ing. Agr.(Dra.) Carolina Fernández López
- Ing. Agr. (Dra.) María L. Pérez.
- Med. Vet. (Dr.) Enrique A. Yáñez.

-Año 2020-



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

INDICE.

• Resumen.	-----Pág. 3
• Introducción.	-----Pág. 4
• Antecedentes.	-----Pág. 5
• Objetivos.	-----Pág. 11
• Materiales y métodos.	-----Pág. 11
• Resultados.	-----Pág. 16
• Discusión.	-----Pág. 27
• Conclusiones.	-----Pág. 29
• Bibliografía.	-----Pág. 30
• Fotos.	-----Pág. 33



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

RESUMEN.

La parte aérea de la mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) se puede utilizar en la alimentación animal en virtud de sus elevados contenidos de proteína bruta (PB). El objetivo de este trabajo fue evaluar la aptitud forrajera de diferentes cultivares de mandioca en términos de la biomasa foliar producida y acumulada en el tiempo y caracterizar la composición físico-química y nutricional de plantas sometidas a una alta densidad de plantación bajo dos condiciones de fertilización nitrogenada y dos frecuencias de corte (doble y triple). A tal fin, se llevó a cabo un ensayo experimental en el Campo Didáctico y Experimental de la FCA-UNNE con alta densidad de plantación (40000 plantas ha⁻¹) realizada en septiembre de 2018. Los cinco (5) cultivares de mandioca evaluados son denominados: Paraguaya Cerro Azul, Ramada Paso, Campeona, Amarilla y Amarilla Molina. Estos cultivares se sometieron a dos dosis de fertilización nitrogenada aportada con urea granulada a razón de 600 y 400 kg ha⁻¹ y fueron sometidos a dos frecuencias de corte de follaje del tercio superior (doble y triple) entre febrero y mayo de 2019. Por combinación de esos 3 factores simples quedaron determinados 20 tratamientos, cada uno con 3 repeticiones que se distribuyeron en bloques completos al azar. Los datos fueron analizados mediante el test de comparaciones múltiples, considerando la diferencia mínima significativa (d.m.s.) por el test de Tukey para $\alpha=0,05$, utilizándose el programa Infostat. El análisis proximal de los tejidos puso en evidencia que la calidad nutricional del forraje de mandioca está directamente determinada por la variedad y frecuencia de corte. El potencial de producción de follaje, se puso en evidencia a partir del primer corte del mes de febrero demostrándose, que el CV 5 conocido como Amarilla Molina, alcanza la máxima productividad por hectárea de follaje verde (6,18 Ton ha⁻¹), de materia seca (1,72 Ton ha⁻¹) y de PB (0,32 Ton ha⁻¹). Por su parte, el CV 3 conocido como Campeona mostró el máximo contenido de PB (22,37%) en el corte del mes de febrero pero no alcanzó la máxima productividad por hectárea. El manejo de doble corte con un distanciamiento de 75 días entre ambos (febrero-mayo) resultó en una mayor productividad final en términos de materia seca y proteína bruta acumuladas por hectárea, alcanzando valores promedios de 5,04 Ton ha⁻¹ (1,72+3,32) y 1,11Ton ha⁻¹ (0,32+0,79) respectivamente. Las dos dosis de fertilización con urea no generaron diferencias estadísticas de productividad en términos de materia seca y de proteína bruta (Ton ha⁻¹) por lo que se recomendaría la aplicación de la menor cantidad probada (400 kg ha⁻¹). Si bien entre tratamientos no se manifestaron diferencias estadísticas significativas, debe destacarse que el número 19 (compuesto por el CV5, la dosis de 400 kg ha⁻¹ de urea y la doble frecuencia de corte) mostró los mejores resultados en términos absolutos, con 6,44 Ton ha⁻¹ de materia seca y 1,42 Ton ha⁻¹ de PB acumuladas en ambos cortes. La digestibilidad estimada del tercio superior de las plantas de mandioca evaluadas es baja y en promedio alcanzó el valor de 51,07%. La productividad y calidad del forraje recolectado del tercio superior de las plantas de mandioca resulta una opción en la formulación de dietas en la ganadería del nordeste de Corrientes.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

INTRODUCCIÓN.

La mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) es una planta perenne, perteneciente a la familia Euphorbiaceae, ideal para el uso agroindustrial por la producción de hidratos de carbono en las raíces tuberosas y de proteína en la parte aérea. Debido a esto último resulta una alternativa importante en la formulación de raciones alimenticias para animales. Las hojas de esta especie pueden suministrarse a monogástricos o poligástricos en forma fresca previo oreado por corte y acarreo durante la época primavera-verano o bien, pueden utilizarse para la confección de reservas. En este sentido, el ensilaje del follaje de mandioca es una opción interesante para superar en parte el déficit forrajero invernal que se produce en los campos del NEA, tanto en cantidad como en calidad (Uset, 2009; Burgos et al., 2019).

Mientras que en base seca las raíces de mandioca tienen 89,40% de materia seca y 3,19% de proteína bruta, la parte aérea y especialmente las hojas presentan 88% de materia seca y contenidos de 26,7 % de proteína bruta (Gil Llanos, 2015), comparables con los de alfalfa y otras leguminosas.

Además del forraje, es posible cosechar también las raíces amiláceas al mismo tiempo para ser utilizadas en balance de dietas para consumo animal, si bien es recomendable destinar los cultivos para un sólo propósito con el fin de obtener el máximo rendimiento. También es importante destacar la presencia de pigmentos carotenoides en las raíces de algunos cultivares de la especie, que resultan altamente relevantes en la nutrición de aves para favorecer la pigmentación de piel, grasa y yema de los huevos (Montilla, 1975, Gil Llanos, 2015). Por ello, uno de los usos potenciales de los sistemas de cultivo de la mandioca es la utilización de raíces de pulpa amarilla como suplemento nutricional para la alimentación de aves. Dentro de los monogástricos, también resultan útiles las harinas a base de mandioca en la composición de la dieta de cerdos (Pochón et al., 2010; Koslowsky et al., 2019).

Si bien, las áreas tropicales (y subtropicales) son ricas en recursos con potencial nutricional, esa aparente alta disponibilidad de alimentos de origen vegetal para consumo humano y de ingredientes para alimento de animales, con un buen contenido y balance de proteína y energía, no pueden ser utilizados en todo su potencial por el efecto limitante que imponen los denominados factores antinutricionales (FAN). Particularmente en el caso de los animales no rumiantes, por carecer de la acción protectora que brinda la degradación bacteriana, el problema que representa su utilización es mayor aunque no exclusiva. La acción de los FAN no sólo consiste en interferir con el aprovechamiento de los nutrientes

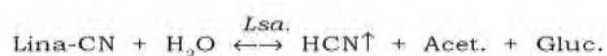


Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

sino que en varios casos promueve pérdidas importantes de proteína endógena y en algunos casos produce daños al organismo del animal que los consume (Belmar y Nava Montero, 2020). Particularmente en la especie que nos ocupa, los glucósidos cianogénicos denominados linamarina y lotoaustralina son los FAN que se destacan. Al hidrolizarse, por acción de la enzima linamarasa liberan el radical CN^- que en medio ácido (jugo gástrico del animal) producen ácido cianhídrico (HCN), glucosa y otros productos (Gil y Buitrago, 2002)



Lina = Linamarina; Lsa. = Linamarasa;
Acet. = Acetona; Gluc. = Glucosa

Extraído de Gil Llanos y Buitrago, 2002.

El HCN exhibe marcada afinidad hacia enzimas críticas, como el citocromo oxidasa, inhibiendo la respiración celular, lo que produce convulsiones y la muerte. En dosis subletales, los cianidos son metabolizados a tiocianato el que es excretado en la orina (Belmar y Nava Montero, 2020; Ceballos y de la Cruz, 2002). La presencia de glucósidos cianogénicos dentro de la planta es variable, sin embargo, las concentraciones son menores en hojas que han completado el crecimiento y mayores en pecíolos jóvenes (Frederick, 1978). Para ello, Uset (2009), propone métodos sencillos para eliminar el HCN parcial o totalmente de las hojas de mandioca después de ser picadas, como la deshidratación artificial con temperaturas apenas superiores a 40°C o más práctico aún con deshidratación natural por exposición a la radiación solar (oreado por 8 horas).

ANTECEDENTES.

-El contexto productivo ganadero en Corrientes

La producción ganadera del NEA se basa, tradicionalmente, en el uso de los pastizales naturales y sólo se cultivan especies forrajeras en aproximadamente un 10% del área ganadera. La carga típica para el pastizal natural de esta región es $0,5 \text{ vacas ha}^{-1}$, este valor puede incrementarse para hacer un uso más eficiente de la tierra mediante la incorporación de especies forrajeras o pasturas adaptadas a las condiciones específicas que presentan sus diferentes ambientes.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Dentro de la problemática de la producción agropecuaria que se ha tenido en cuenta para abordar el presente trabajo, se consideró lo planteado por Martínez et al. (2016), quienes definen 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. De esta manera, las limitantes a la productividad animal ejercidas por las fibras de baja calidad, los reducidos contenidos de proteína bruta (PB) y las elevadas tasas de fibra detergene neutra (FDN), generan efectos negativos sobre el consumo voluntario y la digestibilidad. Otro de los mayores problemas que afronta la ganadería en épocas frías es la escasez de precipitaciones, lo que limita el crecimiento de pastizales naturales y/o pasturas cultivadas. Constituidos mayoritariamente por gramíneas, el heno de los pastizales zonales se caracteriza por sus bajos valores proteicos y escasa digestibilidad, presentándose un déficit en cantidad y calidad de forraje para los rumiantes.

Asimismo, se ha tomado como base lo explicitado por Pochón et al. (2010), quienes manifiestan 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 con el consiguiente ahorro de divisas, promoviendo el desarrollo de nuevas industrias basadas en la transformación de productos industriales en alimentos para animales y, finalmente, determinan 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 caracterizar sus propiedades nutritivas. En este aspecto, se cuenta con los aportes de McDowel et al.(1974) quiénes presentaron datos comparativos que constan en la Tabla 1.

En términos de alimentación animal, la importancia particularmente a nivel local reside en lo que la ganadería representa para la Prov. de Corrientes y en la situación que la misma debe afrontar. Un análisis del contexto donde este proyecto se desarrolló, demuestra que de la totalidad de la superficie de la Prov. de Corrientes destinada a actividades agropecuarias, el 93% se destina a actividades ganaderas, lo que se ve reflejado en 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).

-El cultivo de mandioca, consideraciones sobre sus cualidades



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Las hojas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) poseen un contenido de proteína bruta cercano a 22,7% por lo que podrían pasar de ser un subproducto de la obtención de raíces de la especie, a ser un derivado de alto valor agregado y valor nutricional para la alimentación animal (Giraldo et al., 2006, Gil Llanos, 2015). El uso de las hojas de mandioca con probadas propiedades nutricionales se ha difundido ya en otros países de Latinoamérica, principalmente Colombia y Brasil.

Tabla 1. Comparación de la composición nutricional de mandioca y otros cultivos usados en alimentación animal (base seca).

Análisis proximal	<i>Manihot esculenta</i> *	<i>Zea mayz</i> *	<i>Medicago sativa</i> *	<i>Cynodon plectostachyum</i> *	<i>Pueraria phaseoloides</i> *
Proteína Cruda (%)	18.1	7.3	20.2	10.9	16.3
Extracto Etéreo (%)	3.7	2.2	3.0	1.8	3.9
Cenizas (%)	11.2	6.7	11.7	10.1	8.0
Fibra Cruda (%)	21.0	33.9	25.9	34.7	37.1

(Fuente: McDowell et al, 1974)

*Parte aérea deshidratada.

Si bien son importantes los datos de referencia (Tabla 1), se cita que la composición nutricional del follaje de mandioca varía en calidad y cantidad, según tipo de cultivar, edad y estado de la planta al momento del corte, fertilidad de los suelos, el clima, la disponibilidad de agua y factores relacionados a las prácticas agronómicas como la densidad de siembra y proporción entre hojas (lamina foliar más peciolo) y tallos (Montaldo, 1991). En trabajos realizados por Buitrago (1990, 2001) se ha determinado que a mayor edad de la planta, el contenido de proteína es menor, y el contenido de materia seca y la fibra son mayores. Asimismo a mayor proporción de hojas respecto a tallos y peciolo, la concentración de proteínas es mayor y la concentración de fibra y materia seca menor.

En términos de manejo del cultivo con destino forrajero, Ruiz (1987) reconoce que la planta de mandioca tiene gran capacidad de recuperarse después de cada corte y que puede durar 2 años, período durante el cual es posible obtener 8 cortes trimestrales de forraje. Gil



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Llanos (2015) en trabajos realizados en Colombia, recomienda 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. Buitrago (1990) recomienda 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. Además, recomiendan mantener densidades elevadas a muy elevadas, comprendidas entre 40.000 a 120.000 plantas por hectárea, muy diferentes y alejadas de las tradicionales (10.000 plantas ha⁻¹) utilizadas para producción de raíces (Buitrago, 1990). Finalmente, la cosecha del forraje se puede realizar de forma manual (con la ayuda de machetes), semi-mecanizada (con guadañas) o mecanizada (Buitrago 1990, Gil Llanos, 2015).

La proporción de forraje de mandioca en la alimentación varía de acuerdo al tipo de producción animal al que se destina. Para la alimentación de aves (pollo de engorde y ponedoras) se limita a ser usada en forma seca y, preferiblemente, debe provenir de cultivos con cortes periódicos. La inclusión de follaje no debe sobrepasar el 10% del total de la dieta en base seca y se utiliza como fuente de proteína y pigmentación de piel, grasa y yema de huevos. Para pollos de engorde, los niveles de forraje de mandioca recomendados no deben superar el 8% de inclusión en base seca de la dieta, debido al contenido de fibra (superior al 15%) que aporta el follaje (Gil Llanos, 2015). Para porcinos, este forraje se suministra como máximo al 10% de inclusión en la dieta. Se han realizado ensayos donde se puede suministrar follaje de mandioca en forma fresca a los cerdos en la etapa de levante; previo oreo de este producto para disminuir el contenido de HCN y bajar el contenido de humedad del mismo (Gil Llanos, 2015). En bovinos, el uso de forraje fresco de mandioca no está limitado, pudiendo suministrarse en fresco (picado y oreado por 12 horas) para adicionar con otros forrajes, ensilado (previo picado y oreado por 5 horas) mezclado con melaza u otro forraje que aporte energía, henificado, entre otros (Gil Llanos, 2015).

-Fisiología del cultivo de mandioca y Aptitud para su implantación en Corrientes.

La planta de mandioca presenta cuatro fases fisiológicas principales: Brotación de estacas, formación del sistema radical, desarrollo de tallos y hojas, engrosamiento de raíces reservantes y acumulación de almidón en sus tejidos (Montaldo, 1991). Otros autores, definen que para completar un ciclo de crecimiento, la planta de mandioca pasa por cinco fases fisiológicas principales, cuatro activas y una de reposo: brotación de estacas, formación del sistema radical, desarrollo de la parte aérea, engrosamiento de raíces reservantes y finalmente la fase de reposo (Ternes, 2002). Después de la fase de reposo



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

que es coincidente con los meses de invierno, la planta rebrota e inicia un nuevo ciclo de crecimiento.

En los primeros tres meses de desarrollo, la planta ya está formada, las hojas permanecen en la planta de 60 a 70 días en variedades precoces y 85 a 95 días en las tardías (Montaldo, 1985). Cuando el cultivo se somete a estrés hídrico, se afecta la producción de biomasa y aumenta la cantidad de proteína extraída del forraje, cuando la planta crece rápido debido a condiciones ambientales favorables, disminuyen los contenidos nutricionales por el “efecto de dilución”, es decir que los nutrientes absorbidos se distribuyen en mayor cantidad de materia seca. Después de 3 ó 4 meses, la planta comienza a engrosar las raíces, y a traslocar mayor cantidad de nutrientes a éstos órganos, retardándose el crecimiento aéreo tanto en tamaño como en la tasa de formación de hojas por ápice (Guzmán y Pérez, 1992).

Además del valor económico que brindan los productos y subproductos que se obtienen de la mandioca, este cultivo ofrece otras reconocidas ventajas: tolerancia a sequía, capacidad de producir en suelos degradados, resistencias a plagas y enfermedades, tolerancia a suelos ácidos, así como flexibilidad en cuanto al momento de la cosecha (Ospina y Ceballos, 2002). Es un cultivo de amplia adaptación ya que se cultiva desde el nivel del mar hasta los 1.800 msnm, a temperaturas comprendidas entre 20 y 30°C con una óptima de 24 °C, una humedad relativa entre 50 y 90 % con una óptima de 72 % y una precipitación anual entre 600 y 3.000 mm con una óptima de 1.500 mm (Aristizábal et al., 2006).

Agroecológicamente, 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 1) elaborado por Recursos Naturales-E.E.A. INTA (Gallego et al., 1991). Por otra parte, posee un clima subtropical, cálido en verano pero con probabilidad de heladas en invierno. Tiene características de clima húmedo, con frecuentes excesos hídricos en otoño y primavera, y moderados y eventuales déficit, principalmente en verano. La temperatura media anual de la provincia es de 20,5°C (Figura 2). Los inviernos son templados-fríos, entre los 7 y 20°C aunque puede haber temperaturas de hasta -4°C. Las precipitaciones se distribuyen en forma irregular en todo el territorio, en el que varían entre los 1.000 mm hasta los 1.500 mm anuales hacia los límites con la Prov. de Misiones (Bruniard, 2000).

Por todo lo revisado, se considera a Corrientes como una de las provincias del NEA con mejores condiciones para el cultivo de mandioca, donde en el año 2019 fueron relevadas 705,6 ha implantadas, con un rendimiento promedio de 14 Ton ha⁻¹ y un producción total anual de 9.951 toneladas de raíces (Araujo et al., 2019).



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias



Figura 1: Mapa de aptitud de suelos de la Prov. de Corrientes para el cultivo de mandioca (extraído de Gallego, 1991).

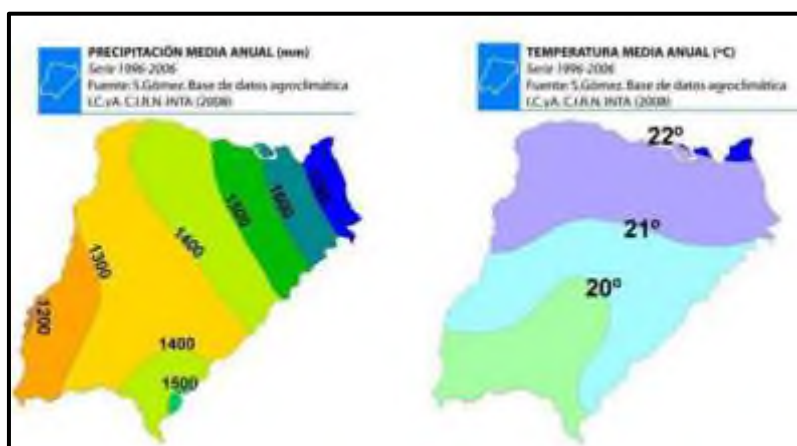


Figura 2. Precipitaciones (mm) y temperaturas medias anuales (°C) de la Provincia de Corrientes. Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

En cuanto al manejo del cultivo de mandioca, es sumamente importante tener en cuenta que su implantación para la producción exclusiva de follaje implica un manejo diferencial de densidades de plantación, manejo de fertilización, podas y cosechas que hasta ahora no se ha realizado en Argentina. Por ello, es importante la realización de este estudio que evalúa frecuencias de corte y recolección, tipo de materiales genéticos, rendimientos potenciales, planes de fertilización, entre otros manejos específicos. Estos factores se



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

evalúan a fin de eficientizar la economía del carbono que en sus términos más simples se expresa por la producción total de la biomasa del cultivo y su partición hacia los órganos de interés o cosechables, haciendo el mejor uso de los recursos del ambiente. Además, resulta determinante estudiar la composición química y nutricional del material recolectado. Con el fin de obtener dichos datos se plantean los objetivos de este trabajo.

OBJETIVO GENERAL.

Estudiar la producción y calidad del follaje de diferentes cultivares de mandioca implantados en Corrientes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- 1.-Caracterizar la economía del carbono en términos de la biomasa producida y acumulada en el tercio superior de diversos cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) sometidos a una alta densidad de plantación bajo dos condiciones de fertilización y dos frecuencias de corte.
- 2.-Caracterizar la composición físico-química y nutricional de las hojas del tercio superior de diversos cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) sometidos a una alta densidad de plantación bajo dos condiciones de fertilización y dos frecuencias de corte, como materias primas para la elaboración de alimentos alternativos para la dieta animal.

MATERIALES Y METODOS.

-Lugar de trabajo: La Tesina fue realizada en el Campo Didáctico-Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE, situado sobre Ruta Nacional N° 12, Km. 1.031, Corrientes, Prov. de Corrientes (Figura 3).



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias



Figura 3. Campo Didáctico-Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE. Lote de estudio enmarcado en azul.

-Caracterización del suelo del lote: El suelo 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./100g suelo). 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



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

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 y la caña de azúcar, son catalogados como aptos para la exitosa implantación de estos cultivos.

-Material biológico estudiado: cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) denominados: Paraguaya Cerro Azul, Ramada Paso, Campeona, Amarilla y Amarilla Molina.

-Diseño del Experimento: Cada tratamiento estuvo representado por un factorial que surgió de las combinaciones de los cultivares (5) implantados en alta densidad a los fines forrajeros ($40.000 \text{ pl ha}^{-1}$), de dos (2) diferentes dosis de fertilizantes nitrogenados, buscando la mayor producción de follaje y de dos (2) diferentes frecuencias de corte del follaje para alcanzar una mayor calidad nutricional del mismo. En total quedaron determinados 20 tratamientos (Tabla 2), cada uno con 3 repeticiones que se distribuyeron en bloques completos al azar.

Para lograr $40.000 \text{ plantas ha}^{-1}$, el marco de plantación fue de $0,50 \text{ m} \times 0,50 \text{ m}$ entre líneas y entre plantas.

Las podas consistieron en la extracción del tercio superior de la planta. Para ello, previo al corte (en febrero, marzo y mayo) se medía con cinta métrica la altura de las plantas (desde el suelo hasta el ápice del tallo) que pertenecían a cada tratamiento y repetición, se promediaban y finalmente se dividía por 3 y se podaba dejando $2/3$ de la planta y cortando el tercio apical que correspondiere al tratamiento utilizando una tijera de podar.

Las parcelas experimentales se plantaron el 28/09/18 y constaron de $5 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 25 \text{ m}^2$ c/u con 11 líneas y con 11 plantas por línea, lo que determina 121 plantas por parcela.

De los 11 líneas, los 2 laterales y el central se consideraron borduras, por lo que se tomaron muestras de 8 líneas de los cuales los 4 de la izquierda recibieron la dosis de fertilización D1 ($600 \text{ kg urea ha}^{-1}$) y los 4 líneas de la derecha la dosis de fertilización D2 ($400 \text{ kg urea ha}^{-1}$). De esta manera, quedaron determinadas 44 plantas muestreables por parcela de cada repetición. La úrea se aplicó al costado de los surcos y fraccionada en dos momentos: 50% de la dosis 45 días después de la plantación (ddp) y 50% 30 días después de la primera (75ddp).



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Tabla 2. Descripción de tratamientos: cada uno determinado por la combinación de tres factores (cultivar, dosis de fertilización y frecuencia de poda).

TRATAMIENTOS	CULTIVARES	FERTILIZACION	FRECUENCIA DE CORTE
1	CLON 1	DOSIS 1	FRECUENCIA 1
2	CLON 1	DOSIS 1	FRECUENCIA 2
3	CLON 1	DOSIS 2	FRECUENCIA 1
4	CLON 1	DOSIS 2	FRECUENCIA 2
5	CLON 2	DOSIS 1	FRECUENCIA 1
6	CLON 2	DOSIS 1	FRECUENCIA 2
7	CLON 2	DOSIS 2	FRECUENCIA 1
8	CLON 2	DOSIS 2	FRECUENCIA 2
9	CLON 3	DOSIS 1	FRECUENCIA 1
10	CLON 3	DOSIS 1	FRECUENCIA 2
11	CLON 3	DOSIS 2	FRECUENCIA 1
12	CLON 3	DOSIS 2	FRECUENCIA 2
13	CLON 4	DOSIS 1	FRECUENCIA 1
14	CLON 4	DOSIS 1	FRECUENCIA 2
15	CLON 4	DOSIS 2	FRECUENCIA 1
16	CLON 4	DOSIS 2	FRECUENCIA 2
17	CLON 5	DOSIS 1	FRECUENCIA 1
18	CLON 5	DOSIS 1	FRECUENCIA 2
19	CLON 5	DOSIS 2	FRECUENCIA 1
20	CLON 5	DOSIS 2	FRECUENCIA 2

CULTIVARES:

CLON 1: PARAGUAYA CERRO AZUL.

CLON2: RAMADA PASO.

CLON 3: CAMPEONA.

CLON 4: AMARILLA.

CLON 5: AMARILLA MOLINA.

DOSIS DE FERTILIZANTE:

D1: 600 kg urea por hectárea.

D2: 400 kg urea por hectárea.

FRECUENCIA DE CORTE:

F1 (doble corte): EN FEBRERO (13/02/19) Y MAYO (31/05/19).

F2 (triple corte): EN FEBRERO (13/02/19), MARZO (12/03/19) Y MAYO (31/05/19).



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

-Variables medidas: Las variables medidas asociadas a la economía del carbono en términos de biomasa foliar producida y acumulada en el tiempo fueron:

- Biomasa foliar producida en cada corte (kg pl^{-1}).
- Biomasa foliar acumulada en los cortes (kg pl^{-1}).

Todas las mediciones se expresaron en materia fresca y en materia seca. Esta última se determinó después del secado del material recolectado en estufa a 70°C hasta peso constante.

Las variables medidas asociadas a la composición nutricional de la biomasa foliar producida en cada momento de corte fueron:

- Contenido porcentual (%) de los elementos esenciales (N, P, K, Ca y Mg) y de proteína bruta (PB).
- Contenido porcentual (%) de Fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y digestibilidad estimada.

Los análisis de laboratorio se determinaron utilizando mayormente métodos A.O.A.C. (2012) en el Laboratorio del CE.TE.PRO (Centro Tecnológico de Producción dependiente del Ministerio de Producción de Corrientes). Una digestión nítrica-perclórica, para determinar: Fósforo (%P) con el método colorimétrico de Murphy-Riley, Potasio (%K) intercambiable por fotometría de llama, Calcio (%Ca) y Magnesio (%Mg) por complejometría, EDTA; Nitrógeno (%N) (micro-Kjeldahl) y Proteína Bruta (%PB) calculada por fórmula a partir del %N multiplicado por el factor de conversión 6,25 (Page et al., 1982).

Los análisis químicos foliares de fibra fueron realizados en el Laboratorio del Instituto Agrotécnico Pedro Fuentes Godo dependiente de la FCA (UNNE), utilizándose el método de Van Soest (Van Soest y Wine, 1967). Con los valores obtenidos de FDA se procedió a realizar el cálculo de la Digestibilidad estimada (%) en base a la siguiente fórmula: $88,9 - (0,779 \times \%FDA)$ citada en González et al. (2008).

Con todas estas determinaciones se logró obtener un perfil de biomasa, de composición química y nutricional en el tiempo para las diferentes prácticas de manejo de los cinco cultivares de mandioca bajo estudio.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

-Análisis Estadístico: 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 separación de medias se realizó a través del Test de Tukey.

RESULTADOS.

En el primer corte realizado a la totalidad de las plantas del experimento en el mes de febrero, se analizó el comportamiento de los cultivares en sí mismos (Tabla 3) y la incidencia de las dosis de fertilizantes aplicadas (Tabla 4). En esta primer cosecha, todos los cultivares se encontraban en completa igualdad de condiciones de manejo exhibiendo la situación de partida.

Tabla 3. Valores medios de altura de plantas (cm), porcentajes (%) de materia seca (MS) y proteína bruta (PB) en hoja y producciones (Ton ha⁻¹) de materia fresca (PFV), materia seca (PMS) y proteína bruta (PPB) de cada uno de los cinco cultivares (CV) evaluados en el primer corte de febrero en el dpto. Capital de la Provincia de Corrientes, Argentina.

CV	ALTURA (cm)	MS (%)	PFV (Ton ha ⁻¹)	PMS (Ton ha ⁻¹)	PB (%)	PPB (Ton ha ⁻¹)
CV 1	62,00 (B)	28,65 (A)	2,72 (A)	0,77 (A)	20,00 (AB)	0,15(A)
CV 2	53,87(A)	27,34 (A)	3,58 (A)	0,97(A)	20,18 (AB)	0,19 (A)
CV 3	61,03 (B)	32,81 (A)	3,97 (A)	1,30(A)	22,37 (B)	0,29(A)
CV 4	72,43 (C)	28,77 (A)	4,98 (A)	1,43 (A)	19,10 (A)	0,27 (A)
CV 5	71,50 (C)	27,88 (A)	6,18 (A)	1,72 (A)	18,75 (A)	0,32 (A)
(CV%)	6,54	13,00	29,34	29,44	9,13	29,01

Medias con la misma letra en cada factor no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5% ($p>0,05$).Referencias: CV 1: Paraguaya Cerro Azul; CV 2: Ramada Paso; CV 3: Campeona; CV 4: Amarilla; CV 5: Amarilla Molina.

Tabla 4. Valores medios de altura de plantas (cm), porcentajes (%) de materia seca (MS) y proteína bruta (PB) en hoja y producciones (Ton ha⁻¹) de materia fresca (PFV) materia seca (PMS) y proteína bruta (PPB) según la dosis de fertilizante nitrogenado (urea) aplicada a los diferentes cultivares evaluados en el en el primer corte de febrero en el dpto. Capital de la Provincia de Corrientes, Argentina.

FERTILIZACIÓN	ALTURA (cm)	MS (%)	PFV (Ton ha ⁻¹)	PMS (Ton ha ⁻¹)	PB (%)	PPB (Ton ha ⁻¹)
600 kg ha ⁻¹ urea	66,13 (B)	30,99 (B)	3,86 (A)	1,19 (A)	22,60 (B)	0,26 (A)



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

400 kg ha ⁻¹ urea	62,20 (A)	27,59 (A)	4,71 (A)	1,29 (A)	20,96 (A)	0,27 (A)
(CV%)	6,54	12,69	57,34	57,98	8,03	58,05

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

Altura de plantas. La altura de plantas medida en centímetros presentó diferencias significativas ($p>0,05$) entre los diferentes cultivares (Tabla 2), por lo que se asume que es una característica propia de los mismos ya que todos fueron evaluados bajo las mismas condiciones durante el período de febrero. Alcanzó la mayor altura de plantas el CV 4 y el CV 5.

También hubo diferencias significativas ($p>0,05$), de altura entre aquellas plantas que recibieron diferentes dosis de fertilizante (Tabla 4), siendo un 6% más altas las que recibieron la mayor dosis, que determinó una diferencia estadística significativa (Tabla 4). Estos resultados nos permiten postular que hay una partición diferente y favorable de materia seca hacia la formación de estructuras caulinares (tallos) en respuesta a la mayor dosis de nitrógeno aplicada.

%MS y %PB. El porcentaje de materia seca (%MS) fue estable entre cultivares y no generó diferencias estadísticas, pero se pudieron observar valores extremos variando en un rango de 32,81% (CV 3) a 27,34% (CV 2) (Tabla 3). El %MS fue sensible y mostró diferencias significativas ($p>0,05$) frente a las dosis de fertilizantes, estableciendo una relación directa en respuesta al incremento de la misma (Tabla 4). Esta respuesta probablemente está asociada a la formación de estructuras caulinares (tallos).

El análisis de la varianza detectó diferencias significativas ($p>0,05$) para los porcentajes de proteína bruta (%PB) tanto entre los distintos cultivares como para las dosis de fertilizantes (Tabla 3 y 4). Por su parte, todos los cultivares presentaron valores considerados altos a muy altos de contenido de proteína bruta, en correspondencia con los valores teóricos de referencia indicados en la Tabla 9. El cultivar que mayor porcentaje de PB presentó fue el CV 3 (22,37%) diferenciándose estadísticamente de los demás (Tabla 3).

El contenido porcentual de proteína bruta (%PB) de aquellas plantas que recibieron la mayor dosis de urea fue 22,60 % en contraposición de las que recibieron una menor dosis que lograron un valor de 20,96%, diferenciándose de manera estadísticamente significativa.

Frente a esta respuesta se asume que en esta instancia del muestreo, la mayor dosis de nitrógeno aplicada bajo la forma de urea fue destinada al crecimiento caulinar (de tallos) en



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

altura estableciendo diferencias significativas, e incrementó también de manera significativa el contenido porcentual de MS y de PB de los órganos del tercio superior de las plantas.

Producción de forraje verde (PFV) y producción de materia seca (PMS). Las producciones (Ton ha^{-1}) de forraje verde (PFV) y materia seca (PMS), evaluadas en el corte de febrero, no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$), entre cultivares (Tabla 3) ni entre dosis de fertilizantes (Tabla 4) con el modelo de comparación usado.

Por otra parte, se puede apreciar que en la PFV, se destacó el CV 5 (Tabla 3), superando en valores absolutos porcentuales de 56; 42; 36 y 19 % respecto a los CV 1, CV 2, CV3 y CV 4 respectivamente. Siguiendo el mismo criterio de análisis, el CV 5 se destacó también en la PMS por alcanzar el mayor valor absoluto ($1,72 \text{ Ton ha}^{-1}$) en el primer corte.

Producción de proteína bruta (PPB). Como se ha mencionado anteriormente, el análisis de varianza de la producción de proteína bruta por hectárea no detectó diferencias significativas ($p > 0,05$) entre cultivares (Tabla 3).

Sin embargo, al analizar los valores absolutos, el CV 5 (Amarilla Molina) se destacó por sobre los demás materiales (Tabla 3). Esto se debió principalmente a la elevada producción de biomasa expresada como materia fresca (PVF) que denota la exuberancia del cultivar que alcanzó a producir $6,18 \text{ Ton ha}^{-1}$ de forraje fresco en su primer corte del mes de febrero que se tradujo en $0,32 \text{ Ton ha}^{-1}$ de PB. De esta manera, el CV 5 a pesar de que tiene en valores absolutos el menor %PB (18,75) en el tercio superior, compensa por la elevada PMS ($1,72 \text{ Ton ha}^{-1}$) y aporta la más elevada cantidad de PPB ($0,32 \text{ Ton ha}^{-1}$) en su primer corte.

Con todos estos resultados recolectados durante el mes de febrero en la primera cosecha de forraje, se pudo evaluar el comportamiento de los cultivares en sí mismos en lo referente a PMS; PFV; PPB y caracterizar los valores promedio de %MS y %PB por medio del análisis del tercio superior de la planta (Tabla 3 y Tabla 4).

Finalmente, como la producción (Ton ha^{-1}) de materia fresca verde (PFV), e inclusive de materia seca (PMS) y de proteína bruta (PPB) no denotó diferencias significativas por efecto de la dosis de urea aplicada, que inclusive en valores absolutos, el cultivo produjo 18 % más de PFV (Ton ha^{-1}) y 10 % de PMS (Ton ha^{-1}) con la menor dosis de fertilizante; no se justificaría el costo de la aplicación de la mayor dosis de fertilizante.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

En una segunda instancia, se procedió a evaluar estadísticamente el factor frecuencia de corte en relación a los cultivares (Tabla 5, Tabla 6, Figura 4) y finalmente se analizaron los tratamientos entre sí (Tabla 7 y Tabla 8).

Tabla 5. Valores medios de altura de plantas (cm), producciones (Ton ha⁻¹) de materia seca (PMS) y proteína bruta (PPB) acumuladas con el Doble Corte de follaje (F1: febrero + mayo) de los cultivares de mandioca en el dpto. Capital de la Provincia de Corrientes, Argentina.

CV	ALTURA (cm)	PPB (Ton ha ⁻¹)	PMS (Ton ha ⁻¹)
CV 1	83,50 (AB)	1,09 (A)	4,95 (A)
CV 2	68,75 (A)	0,82 (A)	4,47 (A)
CV 3	84,75 (AB)	1,11 (A)	4,67 (A)
CV 4	93,75 (B)	1,17 (A)	5,24 (A)
CV 5	87,00 (AB)	1,31(A)	5,87(A)
PROMEDIOS	83,55	1,11	5,04
CV (%)	25,89	33,2	35,26

Medias con la misma letra en cada factor no difieren significativamente, según la prueba de Tukey ($p > 0,05$). Referencias: CV: Cultivares; CV 1: Paraguaya Cerro Azul; CV 2: Ramada Paso; CV 3; Campeona; CV 4: Amarilla; CV 5: Amarilla Molina.

Altura de plantas. El análisis de la varianza de los valores de altura de plantas en centímetros presentó diferencias estadísticas ($p > 0,05$) entre los diferentes cultivares analizados (Tabla 5), siendo el CV 4 el de mayor altura con un promedio de 93,75 cm seguidos por el CV 5 (87 cm), CV 3 (84,75 cm), CV 1 (83,5 cm) y ubicándose muy por debajo del resto el CV 2 con un promedio de 68,75 cm, por lo que se diferenció significativamente del CV 4.

Producción de Proteína Bruta (PPB). El análisis de los valores de producción de proteína bruta (Ton ha⁻¹) de las plantas sometidas a un doble corte (F1) no mostró diferencias



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

significativas entre los diferentes cultivares (Tabla 5). Cabe destacar que el promedio de PPB de los cultivares fue de $1,11 \text{ Ton ha}^{-1}$ para la condición de manejo de doble corte (F1).

Producción de materia seca (PMS). Los valores medios de la producción de materia seca (PMS) en Ton ha^{-1} para aquellas plantas que recibieron un doble corte, no arrojó diferencias significativas ($p>0,05$) entre cultivares. Cabe destacar que el CV 5 (Amarilla Molina) fue el que más materia seca acumuló ($5,87 \text{ Ton ha}^{-1}$) al sumar los dos cortes (Tabla 5).

Se encontró que el promedio de producción de materia seca de los cultivares fue de $5,04 \text{ Ton ha}^{-1}$ para la condición de manejo de doble cosecha (F1).

Tabla 6. Valores medios de altura de plantas, producciones de materia fresca (PFV) materia seca (PMS) y proteína bruta (PPB) acumuladas con el Triple Corte de follaje (F2: febrero +marzo+ mayo) de los cultivares de mandioca en el dpto. Capital de la Provincia de Corrientes, Argentina.

CV	ALTURA (cm)	PPB (Ton ha^{-1})	PMS (Ton ha^{-1})
CV 1	72,42 (B)	0,76 (A)	3,23 (A)
CV 2	55,79 (A)	0,61 (A)	2,86 (A)
CV 3	66,78 (B)	0,88 (A)	3,63 (A)
CV 4	70,80 (B)	0,69 (A)	3,24 (A)
CV 5	66,61 (B)	0,78 (A)	3,40 (A)
PROMEDIOS	66,48	0,74	3,27
CV (%)	15,96	30,38	30,72

Medias con la misma letra en cada factor no difieren significativamente, según la prueba de Tukey ($p>0,05$). Referencias: CV: Cultivares; CV 1: Paraguaya Cerro Azul; CV 2: Ramada Paso; CV 3; Campeona; CV 4: Amarilla; CV 5: Amarilla Molina.

Altura de plantas. Los resultados del análisis de la varianza para la altura de plantas en centímetros arrojó diferencia significativa ($p>0,05$), entre el CV 2 respecto a los demás, cuya altura fue en promedio significativamente la menor (55,79 cm). Los demás cultivares, tuvieron un rango de altura entre 72,42 cm del CV 1 y 66,61cm del CV 5, con un promedio general de 66,48 cm (Tabla 6).

Producción de materia seca (PMS). Los valores medios de la producción de materia seca (PMS) en (Ton ha^{-1}) para aquellas plantas que recibieron un triple corte (F2) no arrojó diferencia significativa ($p>0,05$), entre cultivares; aunque el CV 3 se destacó con una producción de $3,63 \text{ Ton ha}^{-1}$ en el periodo de estudio (Tabla 6).



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Se encontró que el promedio de producción de materia seca de los cultivares fue 3,27 Ton ha⁻¹ (Tabla 6) para la condición de manejo de triple corte (F2), muy por debajo del valor de 5,04 Ton ha⁻¹ (Tabla 5) alcanzadas con un manejo menos intensivo de doble corte (F1).

Producción de Proteína Bruta (PPB). El análisis de los valores de producción de proteína bruta (Ton ha⁻¹) para aquellas plantas sometidas a un triple corte (F2) tampoco mostró diferencias significativas ($p>0,05$), entre los cultivares en el periodo de estudio. El CV que más se destacó fue el CV 3 (Campeona) con 0,88 Ton ha⁻¹.

Cabe mencionar que el promedio de producción de PB de los cultivares fue de 0,74 Ton ha⁻¹ para la condición de manejo de triple cosecha (F2), muy por debajo del valor de 1,11 Ton ha⁻¹ (Tabla 4) alcanzadas con un manejo menos intensivo de doble cosecha (F1).

En el análisis del comportamiento de los cultivares con respecto a la frecuencia de corte (Tabla 5 y Tabla 6) se pudo observar que en promedio las plantas que recibieron un doble corte (F1), tuvieron un mejor rendimiento en términos de PMS, PPB y también lograron una altura promedio superior, frente aquellas plantas que recibieron un triple corte (F2), superándolos por un 35% en la producción de materia seca y 33% en la producción de proteína bruta por hectárea.

También, cabe destacar que hubieron cultivares que respondieron mejor frente a la frecuencia de corte, con respecto a los demás cultivares, tanto en producción de proteína bruta como en producción de materia seca. El CV 5 (Amarilla Molina) fue el cultivar que arrojó mayor producción de materia seca (PMS) cuando comparamos el rendimiento de una F1 y una F2, aumentando un 42%, aunque no muy alejados del resto de los cultivares los cuales tuvieron incrementos de 35%; 36%; 22% y 38% en correspondencia con el CV 1, CV 2, CV 3 y CV 4.

Sin embargo, el CV 4 (Amarilla), fue el que mayor incrementó su rendimiento en la producción de proteína bruta (PPB) superando un 41% el rendimiento con la F1 en comparación con la F2, seguidos por el CV 5 (40%) y el CV 1 (30%) y por detrás de ellos el CV 3 (21%) y el CV 2 (26%).

La combinación de los factores simples (cultivar, dosis de fertilizante y frecuencia de corte) determinó los 20 tratamientos y sus respuestas en términos de altura de plantas, producción de proteína bruta y producción de materia fueron analizadas y se presentan en la Tabla 7.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Tabla 7. Valores medios de altura (cm), producción (Ton ha⁻¹) de proteína bruta (PPB) y de materia seca (PMS) en cada uno de los 20 tratamientos, compuestos por un cultivar específico, una dosis de fertilizante y una frecuencia de corte determinada, del ensayo realizado en el dpto. Capital de la Provincia de Corrientes, Argentina.

TRATAMIENTOS	Cultivares	Fertilizacion Dosis	Frecuencia de Corte	ALTURA (cm)	PPB (Ton ha ⁻¹)	PMS (Ton ha ⁻¹)
TRATAMIENTO 1	1	600	doble	89,00 (A)	1,14 (A)	5,25 (A)
TRATAMIENTO 2	1	600	triple	74,50 (BC)	0,84 (A)	3,40 (A)
TRATAMIENTO 3	1	400	doble	77,50 (A)	1,03 (A)	4,64 (A)
TRATAMIENTO 4	1	400	triple	70,33 (BC)	0,68 (A)	3,07 (A)
TRATAMIENTO 5	2	600	doble	70,00 (A)	0,96 (A)	5,26 (A)
TRATAMIENTO 6	2	600	triple	58,41 (AB)	0,67 (A)	3,06 (A)
TRATAMIENTO 7	2	400	doble	67,50 (A)	0,68 (A)	3,67 (A)
TRATAMIENTO 8	2	400	triple	53,17 (A)	0,56 (A)	2,65 (A)
TRATAMIENTO 9	3	600	doble	85,50 (A)	1,10 (A)	4,39 (A)
TRATAMIENTO 10	3	600	triple	67,22 (ABC)	0,86 (A)	3,49 (A)
TRATAMIENTO 11	3	400	doble	84,00 (A)	1,12 (A)	4,95 (A)
TRATAMIENTO 12	3	400	triple	66,33 (ABC)	0,90 (A)	3,78 (A)
TRATAMIENTO 13	4	600	doble	99,50 (A)	1,17 (A)	5,02 (A)
TRATAMIENTO 14	4	600	triple	75,95 (C)	0,75 (A)	3,40 (A)
TRATAMIENTO 15	4	400	doble	88,00 (A)	1,17 (A)	5,45 (A)



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

TRATAMIENTO 16	4	400	triple	65,65 (ABC)	0,63 (A)	3,08 (A)
TRATAMIENTO 17	5	600	doble	84,50 (A)	1,20 (A)	5,30 (A)
TRATAMIENTO 18	5	600	triple	66,77 (ABC)	0,73 (A)	3,05 (A)
TRATAMIENTO 19	5	400	doble	89,50 (A)	1,42 (A)	6,44 (A)
TRATAMIENTO 20	5	400	triple	66,44 (ABC)	0,83 (A)	3,76 (A)
CV (%)				2,37	28,53	29,06

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

Si bien no se observaron diferencias estadísticas ($p>0,05$), entre tratamientos en relación a variables PPB y PMS (Tabla 7); en término de valores absolutos, podemos realizar algunas observaciones que lo ameritan:

El Tratamiento 19 definido por el CV 5 (Amarilla Molina), dosis de fertilizante 2 (400 kg/ha de UREA) y un doble corte F1 (Febrero-Mayo) fue el que mejor performance mostró en lo referente a PPB ($1,42 \text{ Ton ha}^{-1}$) y PMS ($6,44 \text{ Ton ha}^{-1}$), dejando en evidencia el potencial del tratamiento.

Otros tratamientos que también tuvieron buen performance fueron el 13, 15 y 17 con valores de PPB de $1,17$ y $1,20 \text{ Ton ha}^{-1}$, valiosos también por asociarse a cultivares caracterizados como “los de pulpa amarilla” (Tabla 7).

También se puede destacar que casi todos los tratamientos que incluían el doble corte (F1) independientemente de la dosis de fertilizante, mostraron buenos rendimientos para la PPB acumulada en ambos cortes, superando 1 Ton ha^{-1} (Tabla 7).

Lo que demuestran estos resultados, es que uno de los factores más importantes en cada uno de los tratamientos, es la frecuencia de corte, ya que hay una importante diferencia de rendimiento entre tratamientos con frecuencia de cortes F1 y F2. La diferencia entre cultivares, también es un factor que demostró tener importancia y se ve claramente con el CV 2 (Ramada Paso), cuyo rendimiento de PBB fue bajo, independientemente de la dosis de fertilizante y la frecuencia de corte.

Finalmente, analizamos los contenidos de fibras del material que se cosechó en el mes de mayo, proveniente de plantas que habían sido sometidas a doble (F1) y triple (F2) corte.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

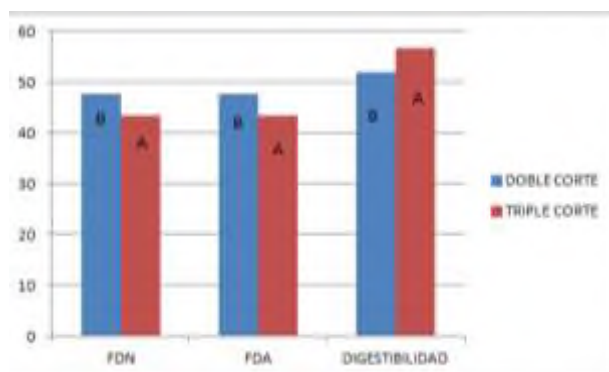


Figura 4. Contenidos porcentuales (%) de fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y digestibilidad estimada de los tratamientos sometidos al doble corte (febrero + mayo) y triple corte (febrero+marzo+mayo). Medias con la misma letra en cada factor no difieren significativamente, según la prueba de Tukey ($p > 0,05$).

El material que se cortó y analizó en mayo (31/05/19) acusa el resultado de los dos manejos en relación a las frecuencias de corte: a) aquellas plantas que recibieron triple corte (F2: febrero+marzo+mayo) y muestran un follaje tierno dado que su anterior cosecha fue en marzo (12/03/19, 60 días antes) y b) aquellas plantas que recibieron doble corte (F1: febrero+mayo) y muestran un follaje maduro dado que su anterior cosecha fue en febrero (13/02/19, 110 días antes).

La FDN (%) y la FDA (%) sufrieron variaciones significativas en respuesta a la frecuencia de corte, siendo mayor su contenido (47,72%) en las plantas que recibieron doble corte y menor en las que recibieron el triple corte (43,34%). Esto responde a que las plantas sometidas al F2 contaban con un follaje de más reciente rebrote, más tierno y con menos fibras.

La digestibilidad estimada (%) fue de esta manera sensible a las variaciones de la FDA (%) y mostró diferencias estadísticas significativas, siendo mayor la digestibilidad de las plantas sometidas al triple corte (56,66%) que las del doble corte (52,04%).

Un análisis porcentual (%) de digestibilidad, PB y MS del corte de febrero de cada cultivar por sí mismo, de marzo (previo corte de febrero) y de mayo (previo corte en febrero o en febrero y marzo) denota en primer lugar el potencial genético de cada cultivar en su situación de partida y los efectos de la edad del rebrote en las variables mencionadas. Estos resultados se muestran en la Tabla 8.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Tabla 8. Valores medios de digestibilidad estimada (%), contenido de proteína bruta (%PB) y materia seca (%MS) del tercio superior de los cinco cultivares de mandioca, en los distintos momentos recolección de las muestras (Febrero, Marzo y Mayo) del ensayo realizado en el dpto. Capital de la Provincia de Corrientes, Argentina.

MUESTREO	CULTIVAR	%DIGESTIBILIDAD ESTIMADA	%PB	%MS
FEBRERO	CV1	52,13(A)	19,98(AB)	28,65(A)
	CV2	47,50(A)	20,18(AB)	27,34(A)
	CV3	50,67(A)	22,37(B)	32,81(A)
	CV4	52,73 (A)	19,10(A)	28,77(A)
	CV5	52,05(A)	18,75(A)	27,88(A)
CV (%)		8,82	9,13	13,00
Promedio		51,01	20,07	29,09
MARZO (F2)	CV1	44,15(A)	25,47(A)	24,14(A)
	CV2	43,43(A)	23,03(A)	24,26(A)
	CV3	46,58(A)	23,30(A)	21,40(A)
	CV4	47,43(A)	23,05(A)	23,26(A)
	CV5	44,10(A)	22,70(A)	24,31 (A)
CV (%)		13,46	8,46	9,81
Promedio		45,13	23,51	23,47
MAYO (F1)	CV1	49,02 (A)	21,93(B)	27,62(A)
	CV2	54,57(A)	17,65(A)	30,78(AB)
	CV3	50,15(A)	23,85(B)	35,22(B)
	CV4	50,15(A)	23,55(B)	31,14(AB)
	CV5	53,72(A)	22,03(B)	31,95 (AB)
CV (%)		9,95	6,9	12,22
Promedio		51,52	21,80	31,34
MAYO (F2)	CV1	58,83(A)	23,77(BC)	29,65(A)
	CV2	59,28(A)	21,47(A)	30,59(A)
	CV3	60,25(A)	25,50(C)	31,16(A)
	CV4	53,22(A)	22,08(AB)	28,10(A)
	CV5	51,67(A)	22,93(AB)	33,00(A)
CV (%)		10,96	5,46	12,15
Promedio		56,65	23,15	30,50

Medias con la misma letra en cada factor no difieren significativamente, según la prueba de Tukey ($p > 0,05$). CV: Cultivares; CV 1: Paraguay Cerro Azul; CV 2: Ramada Paso; CV 3; Campeona; CV 4: Amarilla; CV 5: Amarilla Molina.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Digestibilidad Estimada (%):

El análisis de la varianza de los valores de digestibilidad estimada (%) no detectó diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre cultivares en ninguno de los muestreos realizados (Tabla 8). Dichos valores se encuentran en todos los casos en un nivel muy bajo ($<30\%$), es decir que limitan la producción, permitiendo solamente mantenimiento o ganancias de peso bajas, según los valores extraídos de Aello, 1997 (Tabla 9).

Tabla 9. Tabla de valores descriptiva de digestibilidad según Aello (1997).

DIGESTIBILIDAD	CONCEPTO	CARACTERISITCAS
>68%	ALTA	No hay limitantes en consumo o funcionamiento ruminal.
60-68%	MEDIA	Puede haber limitantes, depende de la PB FDN y lignina.
60-31%	BAJA	Limitan la producción, permiten ganancia de pesos medias o bajas.
<30%	MUY BAJA	Solo permite mantenimiento o ganancias de peso bajas.

Proteína bruta (%):

-Febrero: El análisis de la varianza de los valores del contenido de proteína en el tercio superior detectó diferencias significativas ($p > 0,05$), entre cultivares en el mes de febrero (Tabla 3 y 8). En el CV2 y CV3 se hallaron valores muy altos de proteína ($> 20\%$), que según Aello (1997) generan un exceso de amonio en el rumen (Tabla10). Por su parte, los CV4 y CV5 (Tabla 8) se ubicaron entre los valores altos (16-20%), adecuados para una producción lechera según Aello (1997). Finalmente, en promedio en este primer corte que se realizó en el mes de febrero, el contenido de proteína bruta del tercio superior de los cultivares de mandioca fue de 20,07%.

-Marzo (F2): En promedio en este segundo corte que se realizó en marzo, el contenido de proteína bruta del tercio superior de los cultivares de mandioca fue de 23,51%. En este muestreo el tercio superior cosechado corresponde al rebrote del corte de febrero y se puede apreciar que todos los cultivares presentaron un nivel muy alto de proteína ($>20\%$) y que no se detectaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre cultivares (Tabla 8).

-Mayo (F1): Los valores medios del contenido de proteína en el tercio superior de aquellas plantas sometidas a una frecuencia de doble corte (tras haber sido podadas previamente solo en febrero) arrojó diferencias significativas ($p > 0,05$), entre los cultivares 1; 3; 4 y 5 con niveles de proteína muy altos ($>20\%$) respecto del cultivar 2 que se encontraba en un nivel alto, con 17,65% (Tabla 8). Con este doble corte el contenido de proteína bruta del tercio superior de los cultivares de mandioca fue de 21,80% en promedio (Tabla 8).



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

-Mayo (F2): El análisis de la varianza del contenido de proteína en el tercio superior de aquellas plantas sometidas al triple corte (tras haber sido podadas previamente en marzo y en febrero), detectó diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los diferentes cultivares, siendo el CV3 el de mayor contenido de proteína bruta (25,5%), que se diferenció de manera significativa del CV 2 (21,47%), pero todos con niveles de proteína bruta muy altos (Tabla 8). Finalmente, con el triple corte el contenido de proteína bruta del tercio superior de los cultivares de mandioca fue de 23,15% en promedio.

Tabla 10. Tabla de valores descriptiva de proteína bruta según Aello (1997).

PROTEINA	CONCEPTO	CARACTERISTICAS
>20%	MUY ALTA	Exceso de amonio en el rumen.
16-20%	ALTA	Nivel adecuado para producción lechera, puede haber exceso de amonio.
12-16%	ADECUADA	Ideal para el funcionamiento ruminal, alta ganancia de peso.
8-12%	BAJA	Puede limitar el crecimiento microbiano y afectar la ganancia de peso.
<7%	MUY BAJA	Bajo amonio en rumen, permite mantenimiento o bajas ganancias de peso.

%Materia Seca

El análisis de la varianza de la composición de materia seca (%) del tercio superior de las plantas, mostró diferencias entre cultivares cuando estos fueron sometidos al manejo de doble corte(F1), siendo el CV 3 el de mayor contenido de materia seca (35,22%), diferenciándose de manera significativa solo con el CV 1 (Tabla 8).

En los meses de Febrero, Marzo y Mayo (F2) los porcentajes de MS no arrojaron diferencias estadísticas entre cultivares, resultando una variable sumamente estable.

DISCUSIÓN.

En coincidencia con los resultados hallados, Rosero Valencia (2002) encontró que los mejores cultivares de mandioca en cuanto a cantidad de forraje, no siempre son los mejores en calidad nutricional. Como vimos en este trabajo el CV 3 (Campeona) presentó un %PB significativamente superior a los demás cultivares bajo estudio pero no alcanzó a diferenciarse en términos de producción de biomasa (Tabla 3). A los ocho meses de edad del cultivo, cuando se realizó el tercer corte (mayo), Rosero Valencia (2002) encontró contenidos de proteína bruta cercanos a 24%, coincidentes con los resultados presentados con este trabajo (Tabla 8). En este sentido, es importante destacar la consideración expuesta por Ospina y Ceballos (2002) quienes ponen de manifiesto que forrajes con un contenido proteico entre 18 a 22 % constituyen un producto de excelente calidad alimenticia.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

El análisis proximal de los tejidos pone en evidencia que la calidad nutricional del forraje está directamente determinada por el cultivar (Tabla 3) y época de corte (Tabla 8), según lo expuso Rosero Valencia (2002). En el presente estudio también debemos agregar en esta relación la dosis de fertilización nitrogenada que produjo variaciones significativas en % de PB y en el % de MS (Tabla 4).

Para una densidad equivalente a la usada en este trabajo, de 40.000 pl ha⁻¹ en el Valle de Cauca (Colombia) se obtuvieron resultados similares, con producciones de entre 2,10 a 2,59 Ton ha⁻¹ de materia seca, entre 7,05 y 8,53 Ton ha⁻¹ de materia fresca y % de MS entre 29,73 y 30,17 para 3 variedades evaluadas entre los 90 y los 365 días de plantación (Rosero Valencia, 2002). Esos valores resultan bastante cercanos a los hallados en este trabajo. Sin embargo, gran parte de la bibliografía centroamericana cita rendimientos muy lejanos de estos, que con 3 cortes alcanzan desde 15 a 30 Ton ha año⁻¹ de materia seca (Ospina y Ceballos, 2002). Asimismo, se llegan a citar rendimientos de 120 Ton ha año⁻¹ de materia fresca en promedio, dependiendo de la variedad, condiciones climáticas, tipo de suelo y fertilización (Gil Llanos, 2015).

Particularmente en el mes de marzo se encontró el mayor % de PB promedio y el menor % de MS promedio lo cual podría deberse a la menor edad del forraje en ese corte. Este resultado coincide con Rincón et al. (2008) quienes explicitan que los forrajes tropicales en estado joven se caracterizan por tener mejor calidad en términos de proteína bruta, sin embargo, el contenido de agua es mayor y la disponibilidad de materia seca es menor.

En los análisis de FDN, los promedios de 63% están dentro del rango de los citados en (Gómez et al., 2016) quienes evaluaron el contenido nutricional del forraje de yuca y encontraron valores de FDN entre 25,5% y 75,5%. También se observó el incremento del contenido de FDN en el tercio superior de la planta a medida que aumenta la edad de esta (en este caso el tiempo entre cortes). Según Gómez et al. (2016) esta respuesta obedece a que los contenidos de celulosa, hemicelulosa y lignina que hacen parte de la pared celular, aumentan con la edad de la planta.

Los valores de FDA, observados en este estudio, cuya media general fue 48,89%, son superiores a los reportados por Dongmeza et al. (2009), quienes hallaron valores de FDA de 18,1%, 21,0% y 18,8% en follaje de mandioca en tres cortes de tres meses cada uno. Y superiores también a los reportados por Phengvilaysouk y Wanapat (2008) quienes hallaron valores de 30,55% y 33,43%, en forraje de mandioca cortado a los 2 y 4 meses de edad, respectivamente. Más cercanos a nuestros resultados, Paternina (2006) reportó 47,0% de FDA en forraje de la variedad 'venezolana' a una edad de 90 días y Curcelli



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

(2013), reportó un valor promedio de FDA de 45,22% en nueve podas con cortes mensuales.

A pesar del elevado tenor proteico de las hojas de mandioca, la digestibilidad estimada es baja y en promedio alcanzó a 51,07% (Tabla 8), lo que se atribuye a los altos tenores de fibras y de polifenoles, según lo citan Soares et al. (2016).

CONCLUSIONES.

-El análisis proximal de los tejidos puso en evidencia que la calidad nutricional del forraje está directamente determinada por la variedad y frecuencia de corte.

-El potencial de los cultivares para ser destinados a la producción de follaje, se puso en evidencia a partir del primer corte del mes de febrero demostrándose que el CV 5 conocido como Amarilla Molina, alcanza la máxima productividad por hectárea de follaje verde (6,18 Ton ha⁻¹), de materia seca (1,72 Ton ha⁻¹) y de proteína bruta (0,32 Ton ha⁻¹).

-El CV 3 denominado Campeona, es el que mostró el máximo contenido de PB de 22,37% en el corte del mes de febrero pero no alcanzó la máxima productividad por hectárea. En este sentido debe mencionarse que el cv Campeona es monocaule (no ramifica) por lo que permitirá su implantación aún en densidades más elevadas y en términos de un análisis ecofisiológico de la economía del carbono, podría alcanzar mayor rendimiento de biomasa por hectárea para compensar la productividad de PB maximizando el uso de los recursos del ambiente (radiación, agua, suelo, nutrientes) en función a la morfología del material.

-El manejo de doble corte (febrero-mayo) resultó en una mayor productividad final en términos de MS y PB acumuladas por hectárea al mes de mayo, alcanzando valores promedios de 5,04 Ton ha⁻¹ y 1,11Ton ha⁻¹ respectivamente.

-La calidad del forraje cosechado en mayo con triple corte es superior dada la mayor digestibilidad (56,6%) y contenido proteico (23%), respecto de los valores de los de doble corte (con 51% de digestibilidad y 21,8 % de PB), pero la productividad es menor (3,27 Ton ha⁻¹ de MS y 0,74 Ton ha⁻¹ de PB)

-Las dos dosis de fertilización con urea no generaron diferencias estadísticas de productividad en términos de materia seca y de proteína bruta (Ton ha⁻¹) por lo que se recomendaría la aplicación de la menor cantidad probada de 400 kg ha⁻¹.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

-Si bien entre tratamientos no se manifestaron diferencias estadísticas significativas, el número 19 (compuesto por el CV5, la dosis de 400 kg ha de urea y la doble frecuencia de corte) mostró los mejores resultados en términos absolutos, con 6,44 Ton ha⁻¹ de materia seca y 1,42 Ton ha⁻¹ de Proteína acumuladas en ambos cortes.

-La digestibilidad estimada del tercio superior de las plantas de mandioca evaluadas fue baja y en promedio alcanzó el valor de 51,07%.

-El forraje recolectado del tercio superior de las plantas de mandioca resulta una opción viable para ser aplicada en la composición de dietas para animales en el nordeste de Corrientes.

BIBLIOGRAFIA:

-Acosta, F., Gimenez, L., Richieri, C. y Calvi, M. 2009. Zonas AgroEconómicas Homogéneas Corrientes. INTA. 75 pp.

-Aello, M. 1997. Evaluación de Alimentos. En: Curso Nutrición de Rumiantes. Area de Investigación en Producción Animal. Unidad Integrada. Balcarce-FCA-INTA.

-Araujo, J O.; Carballo, M. S; Lezcano, R. P. Mambrin, A G.; Picolini, P. E.; Pinto Ruíz, G.A. Roncaglia, L. M.; Solís, V. E. 2019. Recuperación y desarrollo productivo de los cultivos de batata y mandioca en la provincia de Corrientes. Informe Final CFI-Ministerio de Producción Prov. de Corrientes, 168 pp.

-Belmar, R. y Nava Montero, R. Factores antinutricionales en la alimentación de animales monogástricos. Disponible en:

http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Produccion_Animal/Alimentacion_Animal/Metabolitos_secundarios.pdf. Fecha última consulta: 11/05/20.

-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. A. 2001. La yuca en la alimentación avícola. Cuadernos avícolas 14. FENAVI, FONAV. Bogotá: 47 p.

-Burgos, A.M.; Porta, M.; Hack, C.M.; Castelan, M.E. Aptitud forrajera de hojas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) y su aporte a la calidad nutricional de microsilos. Revista Veterinaria (UNNE). 30:2:125-130-

-Ceballos, H. y de la Cruz, G.A. 2002. Taxonomía y Morfología de la Yuca. En: Ospina y Ceballos (eds). La yuca en el Tercer milenio (pp 16-32), Cali, Colombia.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

- Curcelli, F. 2013. Épocas de poda da planta de mandioca para uso na alimentação animal. Tese doutorado. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho". Botucatu-SP.
- 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.
- Dongmeza, E., Steinbronn, S., Francis, G., Focken, U.; Becker, K. 2009. Investigations on the nutrient and antinutrient content of typical plants used as fish feed in small scale aquaculture in the mountainous regions of Northern Vietnam. *Animal Feed Science and Technology* 149: 162-178.
- 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.
- Frederick, N. 1978. *Manihot esculenta* (Cassava): Cianogénesis, Ultraestructura y Germinación de semillas. Dinamarca, 260 p
- Gallego, L. M.; Ronco, S.; Melgar, R. 1991. Prov. de Corrientes. Caracterización Agroclimática Tomo 5. 2º etapa. Agroecología de los Cultivos. 188 pp.
- Gil, J.L y Buitrago, J.A. 2002 La Yuca en el Tercer Milenio. Capítulo 28. "La Yuca en la Alimentación Animal". CIAT.
- Gil Llanos, J.L. 2015. Uso de la Mandioca en la alimentación animal. Corporación CLAMANDIOCA. Palmira, Colombia, 21 p
- Gil Llanos, J.L. y Buitrago, 2002. `La yuca en la Alimentación Animal. En: Ospina, B. y Ceballos, H. (eds) La yuca en el Tercer Milenio (pp 527-572). Cali, Colombia.
- Giraldo, A.; Velasco, R.; Aristizábal, J. 2006. Obtención de harina a partir de hojas de mandioca (*Manihot esculenta* crantz) para consumo humano. *Facultad de Ciencias Agropecuarias* 34 Vol 4 No.1, pp 33-42.
- Gómez, W.R.; Cardona, C.E. , Rivero, S.T. 2016. Producción y calidad del forraje de tres variedades de yuca bajo tres densidades de siembra. *Temas Agrarios - Vol. 21:(2) Julio - Diciembre 2016* (9 - 20).
- González, G.L.; Rossi, C.; Pereyra, A.M.; De Magistris, A.; Lacarra, H.R.; Varela, E.A. 2008. Determinación de la calidad forrajera en un pastizal natural de la región del delta bonaerense argentino. *Zootecnia Trop.*, 26(3): 223-225. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692008000300013. Fecha última consulta: 11/05/20
- Guzman, N. L. y Perez, R. A. 1992. Evaluación del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) bajo diferentes densidades de población en una zona del municipio de Puerto Libertador, Córdoba. Trabajo de grado. Montería: Universidad de Córdoba. 177 p.
- Koslowski, H.; Picot, J; Burgos, A.; Barrientos Cánovas, F. 2019. Seleção e aceitabilidade de dietas para suínos, com a incorporação de raiz de mandioca de descarte (*Manihot esculenta*). XIX Congreso Nacional, I Congreso Internacional ABRATES 22 a 24 de octubre de 2019 Toledo-PR, Brasil. *Revista Académica Ciencia Animal*. pp 173-174



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

- Martínez, E.V.;Slanac, A.L; Kucseva, C.D. 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 (UNNE)*. 27 (2): 93-97.
- McDowell, R.L; Conrad, J; Thomas, J; Harris, L. 1974. Tablas de composición de alimentos de América Latina. Florida, EEUU. Universidad de Gainesville. 49 p
- Montaldo, A. 1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. San José, Costa Rica: IICA, 407 p.
- Montaldo, A. 1985. La yuca o Mandioca. San José, Costa Rica: IICA, 385 p.
- Montilla, J.;Castillo, P.P.;Wiedenhofer, H.1975. Efecto de la incorporación de harina de yuca amarga en raciones para pollos de engorde. *Agronomía Tropical*. 25(3):259-266.
- Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. 1982. *Methods of soil analysis*, Cap. 2. Chemical and microbiological propertiers, Second edition, Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin, USA.
- Paternina, Y. 2006. Efectos de la densidad de siembra sobre los parámetros de producción forrajera y el valor nutritivo de la variedad venezolana (*Manihot esculenta* Crantz) en el municipio de Sahagún- Córdoba. Tesis Zootecnista, Universidad de Sucre. Sincelejo.
- Phengvilaysouk, A. y Wanapat, M. 2008. Study on the effect of harvesting frequency on cassava foliage for cassava hay production and its nutritive value. *Livestock Research for Rural Development*. 20 (supplement).
- Plan de Gestión Integral del Riesgo Agropecuario de la Provincia de Corrientes. Estrategia de Gestion Integral del Riesgo Agropecuario. Ministerio de Producción Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/girsar_-_corrientes_-_ppgira_ago19.pdf
Fecha última consulta: 14/02/20
- Pochón, D.O.; Navamuel, J.M.; Koslowsk, H.A.; Balbuena, O.; Picot J. A. 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.
- Rincón, A. y Ligarreto, G. 2008. Productividad de la asociación maíz-pastos en suelos ácidos del Piedemonte Llanero colombiano. *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 9 (1): 73-80.
- Rosero Valencia, D. F. 2004. Evaluación, producción y calidad de forraje de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) con corte periódico manual. Tesis final de graduación Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias Palmira, Valle Del Cauca Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19224/44717_59467.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Fecha última consulta: 12/05/20.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

- Ruiz, M. L. 1987. Efecto de la distancia de plantación sobre los rendimientos de la yuca forrajera en condiciones de secano. Viandas Tropicales. Vol. 10. No. 2. p. 79-90.
- Soares, I.A., Téó, M.S.; Debastiani, C.; Retuci, V.S.; Baroni, S. 2016. Concentrado proteico obtido das folhas de Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) de tres variedades comerciales. Acta Ambiental Catarinense, Vol. 13 (1): 7pp.
- Soil Survey Staff. 1990. Keys to Soil Taxonomy By Survey Staff SMSS Technical Monograph Nº 6. Fourth Edition. Blacesburg, Virginia. USA.
- Suárez, L. y Mederos, V. 2011-Apuntes sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz).Tendencias actuales.
- Ternes, M.2002. Fisiología da Planta. En: Agricultura: Tuberosas amiláceas Latino Americanas. Cereda, MP (coord). Fundação Cargill. San Paulo, Brasil. 4:66-82.
- 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.
- Van Soest, P.J. y Wine, R.H. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. J. Assn. Offic. Anal. Chem. 50:50-5.

FOTOS ANEXAS.



Parcelas de ensayos de Mandioca en el Campo Didáctico-Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias



Parcelas de ensayos de Mandioca y medición de biomasa en el Campo Didáctico-Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE.