

## Aptitud forrajera de hojas de mandioca (*Manihot esculenta*) y su aporte nutricional a microsilos de caña de azúcar

Burgos, A.M.<sup>1</sup>; Porta, M.<sup>2</sup>; Hack, C.M.<sup>2</sup>; Castelan, M.E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Cátedra Cultivos III, Facult.Cs.Agrarias (UNNE), Corrientes. E-mail: burgosange-la@agr.unne.edu.ar. <sup>2</sup>Instit.Agrotéc., Facult.Cs.Agrarias (UNNE), Resistencia (Chaco). E-mail: miritaporta@yahoo.com.ar

### Resumen

**Burgos, A.M.; Porta, M.; Hack, C.M.; Castelan, M.E.: Aptitud forrajera de hojas de mandioca (*Manihot esculenta*) y su aporte nutricional a microsilos de caña de azúcar.** *Rev. Vet. 30: 2, XX-XX, 2019.* El objetivo de este trabajo fue evaluar la aptitud forrajera de hojas de diferentes cultivares de mandioca y el aporte nutricional a microsilos de caña de azúcar. Los ensayos se efectuaron en Corrientes, Argentina y consistieron en dos experimentos. El primero indagó la *productividad y calidad forrajera de hojas de mandioca*, para lo cual se caracterizaron siete cultivares (Amarilla, Palomita, Tapó Joá, Rocha, Clon 60, Clon 30 y EC-9) a través de la medición de las variables: retención foliar, biomasa seca, porcentaje de materia seca (MS), de nitrógeno (N), proteína bruta (PB), fósforo (P) y potasio foliar (K). El cultivar Amarilla se destacó por su producción forrajera, la cual alcanzó 23.160 kg de MS/ha, pero presentó sólo 4,62% de PB. Otros cinco cultivares, presentaron menor productividad foliar pero mayor concentración proteica, superior al 11%. El segundo experimento investigó las *características nutricionales de microsilos* al evaluar dos tratamientos que consistieron en combinar dos proporciones de follaje de mandioca y caña de azúcar: T1 (30% mandioca + 70% caña) y T2 (15% mandioca + 85% caña). En cada tratamiento se hicieron seis unidades de muestreo, de las cuales tres fueron evaluadas a los 30 días y las restantes a los 60 días de ensilado (dde), determinándose en cada instancia: pH, %MS, N, PB, fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). En T1 el pH se estabilizó a los 60 dde y en T2 a los 30 dde. La PB (%) fue significativamente superior en T1 en ambos momentos. Los % de FDA y FDN fueron estables en el tiempo. Las hojas de mandioca demostraron ser un valioso recurso proteico, que puede ensilarse exitosamente para suplementar deficiencias nutricionales de la ganadería del nordeste argentino.

**Palabras clave:** nutrición del ganado, mandioca, caña de azúcar, ensilaje, aptitud forrajera, productividad.

Recibido: diciembre 2018 / Aceptado: marzo 2019

### Abstract

**Burgos, A.M.; Porta, M.; Hack, C.M.; Castelan, M.E.: Forage suitability of cassava leaves (*Manihot esculenta*) and its contribution to the nutritional quality of microsilotages.** *Rev. Vet. 30: 2, XX-XX, 2019.* The objective of this research was to evaluate the forage productivity of different cassava cultivars and their nutritional contribution to sugarcane microsilotages. For this, an essay was carried out in Corrientes, Argentina, on seven cultivars (Amarilla, Palomita, Tapó Joá, Rocha, Clon 60, Clon 30, EC-9). The characterization of the materials was carried out through the measurement of different foliar variables: foliar retention, dry leaf biomass, dry matter (DM), nitrogen (N), gross

protein (PB), phosphorus (P), and potassium (K) foliar percentage. The cultivar Amarilla was highlighted for its forage production that reached 23.160 kg/DM but presented only 4.62% PB. Another five cultivars showed lower leaf productivity but protein concentration higher than 11%. About nutritional characteristics of microsilages, the treatment consisted of combining two proportions of cassava foliage and sugarcane T1 (30% cassava + 70% sugarcane) and T2 (15% cassava + 85% sugarcane). For each treatment six sampling units were made, from which three were evaluated at 30 days of silage and the remaining at 60 days. In microsilages samples were evaluated pH, %MS, N, PB, neutral (NDF) and acid detergent fiber (ADF) in each instance. In T1 pH stabilized at 60 days and in T2 at 30 days. The PB (%) was significantly higher in T1 at both times. The ADF and NDF (%) were established over time. Cassava leaves proved to be a valuable protein resource, which can be successfully ensiled to supplement nutritional deficiencies of cattle from Northeastern Argentina.

**Key words:** livestock nutrition, manioc, sugarcane, silage, forage aptitude, productivity.

## INTRODUCCIÓN

Un enfoque de la ganadería actual es buscar fuentes de alimento más económicas para formular la dieta de los animales. Además de los costos, la necesidad de implementar sistemas prácticos de alimentación animal, involucra también la producción de materias primas que cumplan ciertos requisitos para los productores como son: elevadas producciones por hectárea, adaptabilidad al medio y fuente de nutrientes<sup>7</sup>. Los conocimientos detallados de la composición química y el valor nutricional de estos alimentos son imprescindibles para saber su real aplicación en los sistemas productivos<sup>1</sup>.

En el nordeste argentino (NEA) las condiciones agroecológicas son propicias para el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y mandioca (*Manihot esculenta*), dos cultivos rústicos y nutritivos que pueden utilizarse para la producción ganadera. Ambos cultivos están asimismo profundamente arraigados en la cultura e historia de los productores de la región, por lo cual su manejo les resulta conocido y amigable.

La caña de azúcar es un recurso importante por su alta producción de materia seca (MS) y por su contenido de energía. Si bien la mandioca es una planta que se cultiva principalmente por sus raíces tuberosas amiláceas, sus hojas -que generalmente se desperdician en el campo- también pueden utilizarse para alimentar el ganado, particularmente por su aporte proteico. En esta especie, se cita que la proteína bruta (PB) puede alcanzar hasta un 24% en hojas<sup>22, 24</sup>.

Ambos cultivos pueden utilizarse para la confección de reservas, siendo el ensilaje una opción interesante para superar en parte el déficit forrajero invernal que se produce en los campos del nordeste argentino (NEA), tanto en cantidad como en calidad. La confección de los silos plantea asimismo, el desafío de adecuar la metodología para que pueda ser adoptada por productores agropecuarios de la región, en este caso de pequeña escala, y teniendo en consideración materiales forrajeros regionales de alta disponibilidad y capaces de aportar nutrientes a la dieta animal a bajo costo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la aptitud forrajera de hojas de diferentes cultivares de mandioca y su aporte nutricional a microsilos de caña de azúcar.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia fue llevada a cabo en el campo didáctico-experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, ubicado en el Departamento Capital de la Provincia de Corrientes, República Argentina (27°28'28.38"S, 58°46'55.43"O, 50 m.s.n.m.).

La región se clasifica climáticamente como *Cf w'a (h)* que expresa un clima mesotermal, cálido templado, sin estación seca, con temperatura media anual de 21,6°C y un período libre de heladas de 340 a 360 días<sup>18</sup>.

El suelo del sitio de experimentación se clasifica como *udipsament álfico*, familia mixta, hipertérmica, pertenece a la Serie Ensenada Grande, se caracteriza por su baja fertilidad, baja capacidad de intercambio catiónico, pero muy buenas condiciones físicas asociadas al buen drenaje<sup>5</sup>. El análisis químico del suelo permitió determinar sus valores de materia orgánica: 0,9%, nitrógeno total disponible: 0,045%, fósforo disponible: 65,48 ppm, K: 0,30 meq/100 g de suelo y pH: 6,26.

### ***Experimento I: productividad y calidad forrajera de hojas de mandioca***

Se evaluaron siete cultivares de mandioca, que reciben los nombres vernáculos de: Amarilla, Palomita, Tapó Joá, Rocha, Clon 60, Clon 30, y EC-9. La plantación de las estacas de mandioca se realizó en septiembre de 2014 en forma horizontal en un marco de 1 m x 1 m y a 5 cm de profundidad. El suelo fue labrado de forma convencional. Las plantas se fertilizaron con urea y nitrato de potasio para satisfacer el requerimiento ponderado del cultivo para un rendimiento estimado de 30 t/ha de raíces y las dosis se fraccionaron en dos aplicaciones equitativas a los 30 y 45 después de la plantación<sup>11</sup>.

Cada cultivar se consideró un tratamiento en sí mismo, y estos se distribuyeron en bloques completos al azar con 3 repeticiones (n=21). La recolección del follaje de mandioca se realizó a los 8 meses de la plantación, en coincidencia con la cosecha de raíces; a fin de utilizar la planta de manera integral.

La caracterización de los materiales se realizó a través de la medición de las variables: biomasa fresca y seca de hojas (kg MS/ha). El porcentaje de materia seca (%MS) se obtuvo por secado en estufa de tiro forzado a 60°C hasta peso constante. La retención foliar (RF), expresada en porcentaje (%), se determinó visualmente observando la presencia de hojas en cuatro secciones del tallo de la planta (basal, media-basal, media-apical, apical). De acuerdo a los porcentajes de hojas retenidas en las plantas, se establecieron las siguientes categorías: 1: 76-100%; 2: 51-75%; 3: 25-50% y 4: 0-24% de hojas retenidas.

Una vez pesado y molido el material vegetal recolectado, se realizaron los análisis químicos foliares: una digestión nítrica-perclórica, para determinar: fósforo (%P) con el método colorimétrico de Murphy-Riley<sup>12</sup>, nitrógeno (%N) (micro-Kjeldahl), potasio (%K) intercambiable por fotometría de llama<sup>3</sup> y proteína bruta (%PB) calculada por fórmula a partir del %N multiplicado por el factor de conversión 6,25<sup>20</sup>.

### ***Experimento II: características nutricionales de microsilos***

Para la confección de los microsilos se utilizaron tallos y hojas de caña de azúcar y hojas de mandioca. En el mes de mayo, al momento de la cosecha de raíces de mandioca, se separaron todas las hojas de cada planta para la confección de los microsilos. En dicha instancia, ambos cultivos se encontraban en madurez plena y el de caña de azúcar en *soca 3* (cañaveral en su cuarto año de cosecha).

Al momento de realizar el corte para la confección de microsilos, se determinó el porcentaje de MS, PB, fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) de caña de azúcar y de hojas de mandioca, a fin de caracterizar el material de partida. Se utilizaron los mismos métodos de determinación empleados para el *Experimento I* y el método de Van Soest<sup>26</sup> para FDN y FDA.

Los tratamientos evaluados (T1 y T2) consistieron en combinar dos proporciones distintas de follaje de mandioca y caña de azúcar (peso en peso, p:p): T1: 30% de follaje de mandioca + 70% de caña (30:70) y T2: 15% de follaje de mandioca + 85% de caña (15:85). Para cada tratamiento se confeccionaron seis unidades de muestreo, de las cuales tres fueron evaluadas a los 30 días de ensilado (dde) y las restantes a los 60 dde.

Para elaborar los silos se utilizó una metodología económica y sencilla que pudiera ser adoptada por pequeños productores, tanto para autoabastecimiento como para comercialización. Para su correcta compactación los materiales fueron previamente procesados mediante picadora electrostática. Las mezclas porcentuales de ambas especies se colocaron en bolsas de plastillera de alta resistencia y fueron compactadas.

Finalmente, para lograr la hermeticidad requerida para el proceso fermentativo, se recubrieron con dos bolsas superpuestas de polietileno de alto micronaje (100 µm) y se extrajo el aire mediante un aspirador manual. De esta manera quedaron conformados 12 microsilos de 30 kg cada uno.

Transcurridos 30 y 60 dde, los microsilos fueron abiertos y se tomaron muestras para análisis de parámetros indicadores de calidad. Las variables estudiadas fueron pH (5:1), %MS, %N y %PB (%N x 6,25) utilizándose los mismos métodos de determinación que para el *Experimento I*. Las determinaciones de FDN y FDA se realizaron por el método de Van Soest<sup>26</sup>.

Los resultados de ambos experimentos fueron analizados estadísticamente a través del análisis de la varianza con el software Infostat 2011<sup>4</sup>, fijando un nivel de significancia del 5% y la separación de medias se realizó a través del Test de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Experimento I*

La productividad forrajera de los distintos genotipos de mandioca, en términos de biomasa seca y aporte de nutrientes para la dieta animal, se presentan en Tabla 1.

Cabe aclarar que bajo las condiciones de cultivo subtropical, la planta de mandioca presenta una fase fenológica de latencia o reposo que se manifiesta por la pérdida natural de sus hojas y que difiere en intensidad según los distintos cultivares, coincidiendo con el estado de madurez de raíces. En esta fase, finaliza la actividad vegetativa permaneciendo solo la migración de sustancias de reserva hacia las raíces<sup>2</sup>.

Dado que el principal destino del cultivo con el cual se realizó el experimento fue la cosecha de raíces tuberosas, en ese mismo momento también se realizó la recolección de las hojas, para no perjudicar los componentes del rendimiento de raíces.

Los cultivares Amarilla, Clon 30 y Clon 60 presentaron alta RF ( $\geq 75\%$ ). Un elevado %RF permitiría obtener máximos volúmenes de materia seca foliar al momento de cosechar las raíces. En este sentido, solo el cultivar Amarilla se diferenció significativamente en la producción de materia seca foliar (Tabla 1), siendo cinco veces superior al promedio de los seis materiales restantes.

**Tabla 1.** Retención foliar (RF), rendimiento (kg MS ha), contenido de materia seca (%MS); producción de proteína bruta por hectárea (kg PB ha), concentración de PB (%PB); concentración de fósforo (%P) y de potasio (%K) de las hojas de siete cultivares de mandioca cosechados a los 8 meses de su plantación.

cultivares	RF	kg MS ha	%MS	kg PB ha	%PB	%P	%K
tapo joá	4	2.716a	24,42a	383,50a	14,12b	0,09a	1,53b
amarilla	1	23.160b	21,93a	1069,99c	4,62a	0,17b	0,61a
rocha	2	5.916a	22,91a	665,55b	11,25b	0,10b	0,71a
palomita	3	1.900a	19,31a	290,89a	15,31b	0,14b	1,58b
clon 30	1	4.883a	25,70a	744,66b	15,25b	0,14b	2,10b
clon 60	1	9.333a	24,44a	308,92a	3,31a	0,11b	1,52b
EC-9	4	3.500a	21,07a	544,60ab	15,56b	0,15b	2,08b
CV(%)		22,94	16,88	11,05	13,08	12,09	12,55

Letras diferentes en cada columna, indican diferencias estadísticas significativas entre cultivares según Test de Tukey ( $p < 0,05$ ). RF (retención foliar): escala cualitativa 1: 76-100%; 2: 51 a 75%; 3: 25-50 % y 4: 0-24%. CV(%): coeficiente de variación.

La alta variabilidad en cuanto a la producción de MS foliar (kg/ha) coincide con los resultados de experimentos realizados en varias regiones de Brasil y Colombia, con producciones que van desde 2.000 a 23.800 kg/ha, según los distintos tipos de suelo, clima y cultivares empleados<sup>7, 13</sup>. Por otra parte, el %MS foliar no presentó diferencias significativas entre cultivares, con un promedio de 22,83%.

La concentración proteica de las hojas en todos los casos se encontró por debajo de los valores máximos citados para el follaje de mandioca<sup>7, 21</sup>, probablemente debido a que en este experimento el cultivo se encontraba ya en madurez plena. Los cultivares que se diferenciaron significativamente por su mayor concentración de PB han sido en orden decreciente: EC-9, Palomita, Clon 30, Tapó Joa y Rocha.

Todos ellos presentaron un %PB superior al 11%, lo que evidencia su potencial como aporte proteico para la dieta de los animales. Solo el cultivar Amarilla y el Clon 60 presentaron muy bajos porcentajes de PB (<5%), pero semejantes a los de otras especies forrajeras megatérmicas<sup>9, 10, 23</sup>.

A pesar de su baja concentración proteica, el cultivar Amarilla se diferenció de los demás en términos de producción de PB (kg/ha), mediada por la mayor producción de biomasa foliar (Tabla 1). Los cultivares Rocha, Clon 30 y EC-9 también produjeron cantidades significativas de PB (kg/ha), en estos casos asociados a una alta concentración foliar del compuesto.

Resulta importante considerar las diferencias entre cultivares en relación a los contenidos de PB foliar al planificar la confección de reservas forrajeras. Al utilizar cultivares con mayor concentración de PB foliar, se necesitará un menor volumen de biomasa para aportar igual cantidad de proteína a la ración.

Otros autores destacan también que el 32% de la proteína foliar de la mandioca es considerada sobrepasante<sup>21</sup> y que posee un buen contenido de aminoácidos esenciales (con excepción de la metionina), en promedio 32% de FDN y 27% de FDA<sup>8</sup> o 29% de fibra cruda<sup>7</sup>. El contenido de P foliar (%) fue similar en seis cultivares, con un promedio de 0,13%, siendo menor que el de otras especies forrajeras subtropicales cultivadas, pero semejante a la de los campos naturales del NEA<sup>17</sup>.

En cuanto a la concentración foliar de K, cinco cultivares superaron el 1,5%, y entre ellos se destacaron los cultivares Clon 30 y EC-9 que alcanzaron el 2%, valor similar al citado en alfalfas (*Medicago sativa*) en estado de madurez media <sup>19</sup>.

## Experimento II

Se estudió el aporte nutricional de hojas de mandioca a silos de caña de azúcar. La caracterización química de la caña de azúcar utilizada como material de partida para la elaboración de los microsilos mostró valores de 24% de MS; 3,19% de PB; 76,87% de FDN y 50,94% de FDA. Las hojas de mandioca presentaron 23% de MS; 24,7% de PB; 45,63% de FDN y 36,90% de FDA.

En este experimento, al incluir hojas de mandioca en distintas proporciones a microsilos de caña de azúcar, no se encontraron diferencias estadísticas en cuanto al porcentaje de materia seca (Tabla 2).

**Tabla 2.** Porcentaje de materia seca (MS) y pH de microsilos confeccionados con distintas proporciones (p:p) de hoja de mandioca (M) y caña de azúcar (C) a los 30 y 60 días después del ensilaje (dde). T1: (30M:70C) y T2 (15M:85C).

dde	MS (%)			pH		
	T1	T2	EE	T1	T2	EE
30	21,56aA	18,86aA	0,73	4,21bB	4,14aA	±0,01
60	21,57aA	19,72aA	0,73	4,15aA	4,16aA	±0,01
EE	0,73	0,73		±0,01	±0,01	

EE: error estándar. Letras minúsculas distintas se leen horizontalmente e indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas distintas, se leen verticalmente e indican diferencias significativas entre fechas dentro de cada tratamiento, según Test de Tukey (p<0,05).

Los valores de pH a los 30 dde mostraron diferencias significativas entre ambos tratamientos, siendo superior en T1. Sin embargo, a los 60 dde ya no se encontraron diferencias en el pH entre los tratamientos (Tabla 2). Puede inferirse que a los 30 dde aún no se habían estabilizado los microsilos con las mayores proporciones de hojas de mandioca (T1). Esto se podría atribuir a los tenores de PB y su capacidad buffer en el proceso de fermentación <sup>16</sup>. En todos los casos el pH estuvo dentro de los valores aceptables de referencia <sup>6</sup>, indicando una buena fermentación.

Sin dudas, desde el aspecto nutricional, el potencial aporte proteico de las hojas de mandioca es el objetivo que persigue su inclusión en microsilos de *Poáceas* como pasto elefante, sorgo, maíz y caña de azúcar <sup>25</sup>. De hecho, hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, habiéndose encontrado 1,56 veces más PB en el T1, lo cual justificaría la inclusión de este contenido porcentual en la composición del silo (Tabla 3).

**Tabla 3.** Contenidos de proteína bruta (PB%), fibra detergente neutra (FDN%) y fibra detergente ácida (FDA%) en microsilos confeccionados con

distintas proporciones (p:p) de hoja de mandioca (M) y caña de azúcar (C) a los 30 y 60 días después del ensilaje (dde). T1: (30M:70C) y T2 (15M:85C).

dde	PB%			FDN%			FDA%		
	T1	T2	EE	T1	T2	EE	T1	T2	EE
30	9,14bB	5,84aA	±0,27	62,77aA	69,09aA	±2,04	44,67aA	45,5 aA	±0,5
60	7,15bA	5,81aA	±0,16	53,59aA	65,03aA	±0,44	43,53aA	45,39aA	±0,76
EE	±0,11	±0,11		±1,98	±1,98		±0,72	±0,72	

EE: error estándar. Letras minúsculas distintas, se leen horizontalmente e indican diferencias significativas entre tratamientos. Letras mayúsculas distintas, se leen verticalmente e indican diferencias significativas entre fechas dentro de cada tratamiento, según Test de Tukey ( $p < 0,05$ ).

En T1 el contenido de PB fue superior al 7% en ambos momentos de muestreo. Este porcentaje resultaría suficiente para satisfacer los requerimientos mínimos de los rumiantes, dado que tenores inferiores pueden perjudicar la fermentación ruminal<sup>26</sup>. La disminución significativa de PB observada a los 60 dde en T1 (Tabla 3) respondería a un proceso de proteólisis enzimática. En este sentido se cita que, incluso en silajes bien conservados, puede haber altas pérdidas de proteína<sup>14</sup>. A pesar de esta disminución, en este ensayo, el contenido de PB fue comparable a estudios realizados en silajes de mandioca pura<sup>1</sup>.

En T2 el contenido de PB se mantuvo estable en ambos momentos de muestreo (Tabla 3) y fue significativamente más bajo que el del T1. Sin embargo, se debe destacar que al incluir un 15% de hojas de mandioca, prácticamente se duplicó el contenido de PB (3,19%) aportado solamente por la caña de azúcar.

El contenido de FDN en los microsilos no mostró diferencias significativas entre tratamientos ni entre fechas (Tabla 3). Por su parte, el contenido de FDA fue similar en ambos tratamientos y se mantuvo constante en el tiempo, con un promedio de 44,77% (Tabla 3). Los contenidos de fibras hallados coinciden con experimentos similares realizados con silos mixtos en la Provincia de Misiones, Argentina<sup>25</sup>.

El contenido de fibra es importante dado que altos niveles de pared celular disminuyen la digestibilidad y limitan el consumo<sup>1</sup>. En este caso se podría inferir que el incremento en el contenido porcentual de hojas de mandioca en la mezcla, no tendría incidencia en la digestibilidad de la dieta, aunque sí un mayor aporte proteico.

En base a los resultados obtenidos en este experimento, podríamos afirmar que para cumplir con el requerimiento mínimo de PB del 7%, debería incluirse como mínimo un 30% de hojas de mandioca al microsilo de caña de azúcar. Para el ganado bovino, el uso de follaje de mandioca no está limitado, pudiendo llegar a constituir hasta un 80% del total de la dieta<sup>7</sup>.

Existen antecedentes que indican que grandes cantidades de ensilaje de mandioca tuvieron incluso efectos positivos en la fermentación ruminal, sin manifestarse síntomas de toxicidad por ácido cianhídrico<sup>24</sup>. Asimismo, la sustitución de ensilajes de maíz por silaje de la parte aérea de mandioca, hasta un 60%, no producirían diferencias sobre la producción de leche y el perfil de ácidos grasos en la misma<sup>15</sup>.

En conclusión, este trabajo informa acerca del potencial del follaje de diferentes cultivares de mandioca como materia prima y su aporte nutricional para la alimentación animal. Entre los materiales de mandioca estudiados se destacaron por su potencial uso forrajero los cultivares Amarilla, con mayor producción de biomasa; Rocha y Clon 30 con producción intermedia de biomasa seca pero con elevada concentración proteica y buena retención foliar.

Tales resultados sientan las bases para seleccionar cultivares de mandioca promisorios desde el punto de vista forrajero. Es la primera vez que se realiza una caracterización de cultivares de mandioca con este enfoque en la región.

Por su contenido de PB las hojas de mandioca demuestran ser una alternativa factible para mejorar calidad del silaje y la alimentación de rumiantes en el NEA. Ellas constituyen un recurso de alto valor dietario fácilmente disponible, que tradicionalmente se desperdicia en el campo y puede ser utilizado para mejorar la calidad aportada por las pasturas tropicales y subtropicales de la región.

## REFERENCIAS

1. **Bohrer AE et al.** 2006. Silagem da parte aérea de cultivares de mandioca. *Ciência Rural* 36: 1902-1908.
2. **Cereda M.** 2002. *Agricultura: tuberosas amiláceas latinoamericanas*, Edit.Fundação Cargill, São Paulo, p.13-25.
3. **Dewis J, Freitas F.** 1970. *Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas*, Boletín N° 10, FAO, Roma.
4. **Di Rienzo JA et al.** 2011. *InfoStat versión 2011*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
5. **Escobar EH, 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, Argentina*. Publ.Instit.Nac.Tecn.Agrop.(INTA-ICA-CFI), Argentina, p. 129.
6. **Garcés AM et al.** 2004. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Rev Lasallista Investig* 1: 66-71.
7. **Gil JL.** 2015. *Uso de yuca en la alimentación animal*. Corporación Clayuka 3: 16. [http://www.clayuka.org/sitio/images/publicaciones/cartilla\\_modulo\\_3\\_yuca\\_pdf](http://www.clayuka.org/sitio/images/publicaciones/cartilla_modulo_3_yuca_pdf).
8. **Gomez M.** 2006. *Utilización de la yuca en la alimentación de rumiantes en la costa norte colombiana*. <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/foros/utilizacion-yuca-alimentacion-rumiantes-t4850/>
9. **Hernández SR, Jaime OP, Régul JG, Elías H.** 2005. Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. *Red Vet* 6: 5-19.
10. **Hess HD, Flores H, González E, Ávila M.** 1992. Efecto del nivel de nitrógeno amoniacal en el rumen sobre el consumo voluntario y la digestibilidad *in situ* de forrajes tropicales. *Past Tropic* 21: 15-30.
11. **Howeler R.** 2014. Sustainable soil and crop management of cassava in Asia. *Publ Centro Intern Agric Trop*, Cali, Colombia, 280 p.
12. **Jackson ML.** 1964. *Análisis químicos de los suelos*, 2° ed., Edit. Omega, Barcelona, 666 p.
13. **Machado EL.** 1984. Variedades de mandioca. *Ipagro* (Porto Alegre), 27: 43-45.
14. **McDonald P, Henderson AR, Heron SJ.** 1991. *The biochemistry of silage*, Kingston Chalcombe Publications, Kent, 340 p.
15. **Modesto EC.** 2004. Efeito da substituição da silagem de milho pela silagem do terço superior da rama de mandioca na qualidade do leite de vacas da raça Holandesa. *Congr. Brás. Qualidade do Leite*, Passo Fundo, RS. CD-ROOM.
16. **Moisio T, Heikomen M.** 1994. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. *Anim Feed Sci Technol* (Amsterdam) 47: 107-124.
17. **Mufarrege D.** 1999. *Los minerales en la alimentación de vacunos para carne en la Argentina*. Public. Divulg. Técn., INTA Mercedes, Corrientes Argentina, 64 p.

18. **Murphy GM.** 2008. *Atlas agroclimático de Argentina*, Publ. Facult. Agron. Univ. de Buenos Aires, Argentina, 130 p.
19. **National Research Council (NRC).** 2001. *Nutrient requirements of dairy cattle*, 7<sup>o</sup> ed., National Academy, Washington DC, USA, 381 p.
20. **Page AL, Miller RH, Keeney DR.** 1982. Methods of soil analysis, Cap. 2, In: *Chemical and microbiological properties*, 2<sup>nd</sup> Ed., Soil Sci., Madison, USA.
21. **Preston TR, Rodríguez L, Nguyen VL, Le HC.** 1998. *El follaje de la yuca (Manihot esculenta Cranz) como fuente de proteína para la producción animal en sistemas agroforestales*. Conferencia electrónica "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica" (FAO).
22. **Savon L.** 1998. *Producción y utilización de los recursos foliares en la alimentación porcina*. Public. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
23. **Skerman PJ.** 1991. Gramíneas tropicales. *Producción y protección vegetal (FAO)*: 23: 1-730.
24. **Soares IA, Téó MS, Debastiani C, Retuci VS, Baroni S.** 2016. Concentrado proteico obtenido das folhas de Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) de tres variedades comerciales. *Acta Ambiental Catarinense* 13: 1-7.
25. **Uset OA.** 2009. *Utilización de raíces y parte aérea de mandioca en la alimentación animal*. Informe Técnico EEA-INTA Montecarlo (Misiones, Argentina) 62: 15-17.
26. **Van Soest PJ, Wine RH.** 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *J Assn Offic Anal Chem* 50: 50.