

REVISTA  
**CIENCIA  
VETERINARIA**

- Edición Especial -

<http://dx.doi.org/10.19137/cienvet2021esp01>

**III Congreso Argentino de Producción Caprina  
I Congreso de la Red CONBIAND Argentina  
II Foro Nacional de Productores caprinos y Agricultura Familiar**

La Rioja, Argentina. 4, 5 y 6 de noviembre 2021



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS  
Universidad Nacional de La Pampa

ISSN 1515-1883 | E-ISSN 1853-8495

## Caracterización de residuos hortícolas ensilados como potenciales alimentos para cabras

### Characterization of ensiled horticultural residues as potential feed for goats

Brizuela ER<sup>1</sup>, Chagra Dib EP<sup>2,5</sup>, Quiroga Roger JA<sup>3</sup>, Lucca CJ<sup>4</sup>, Leguiza HD<sup>2,5</sup>, Vera, TA<sup>3,5</sup>

<sup>1</sup>Escuela Provincial Agrotécnica N°10 “Hornillos”; INTA

<sup>2</sup>EEA Salta. C.E. Cerrillos

<sup>3</sup>IPAF NOA

<sup>4</sup>UNLaR–Sede Regional Chemical

<sup>5</sup>FONTAGRO. ATN/RF-16112- RG: Red de Innovación para un Gran Chaco climáticamente resiliente.

Correo electrónico: [raquelbrizuela@gmail.com](mailto:raquelbrizuela@gmail.com)

### Resumen

Los objetivos fueron: -Evaluar la aptitud como reserva forrajera de residuos agrícolas ensilados para la alimentación de cabras en la Quebrada de Humahuaca, -Determinar el contenido óptimo de humedad de los diferentes residuos agrícolas para ser ensilados, mediante deshidratación solar y -Determinar variaciones en el valor nutricional de los residuos antes y después del ensilado. Se colectaron residuos hortícolas, se ensilaron individualmente previa deshidratación solar. Se tomaron sub-muestras de cada tipo de residuo para evaluar: tasa de pérdida de humedad diaria (TDHD) y del material picado en fresco (T0) y ensilado (T1) para evaluar el valor nutricional. Los resultados muestran que en primavera se observa la mayor TDPH, aunque la T°MD fue similar entre esta época y fines de verano. Los residuos de hoja y RPE, presentan los valores más elevados de deshidratación en primavera, los residuos de hojas a inicios de otoño, pierden la mitad TDPH, respecto a las hojas en primavera necesitando el doble de tiempo para lograr similar grado de deshidratación final. El proceso de ensilado no modificó el valor nutricional de los residuos y que los mismos presentan un alto potencial como raciones energético-proteicas para suplementar cabras en el periodo invierno-primaveral.

**Palabras Clave:** Residuos hortícolas, ensilaje, cabras, Quebrada de Humahuaca

**Key Word:** Horticultural residues, ensiled, goats, Quebrada de Humahuaca

### Introducción

Desde hace décadas, existe preocupación mundial por realizar un uso más eficiente de los recursos alimenticios del mundo, en busca de evitar la competencia entre la alimentación de animales domésticos con el hombre. En la actualidad, muestran resultados alentadores el reemplazo de cereales y oleaginosas por alimentos no convencionales en la alimentación de rumiantes de carne y leche <sup>(1, 2, 3)</sup>. Los problemas de alimentación de rumiantes en países tropicales, son muy diferente a los de las zonas templadas, ya que, en los trópicos como consecuencia de factores climáticos, los forrajes son de menor calidad <sup>(4)</sup>. En las zonas áridas como la Pre-puna, este efecto se acentúa por las características del clima de montaña <sup>(5)</sup>. En la Quebrada de Humahuaca, los productores de la agricultura familiar realizan horticultura, floricultura y ganadería principalmente de cabras y ovejas. La horticultura se



<http://dx.doi.org/10.19137/cienvet2021esp01-02>

desarrolla en superficies pequeñas (de 0,5 a 2,0 ha). Las ventas se realizan a mercados locales y provincias vecinas, cuando el precio fijado por los intermediarios es desfavorable obliga a vender a pérdida o arrojar las verduras a orillas del Río Grande y cultivar esas superficies nuevamente. La producción caprina presenta una disminución productiva invierno-primaveral, debido al déficit de forraje nativo en relación con la estacionalidad de las lluvias. Los objetivos del siguiente estudio fueron: i) Evaluar la aptitud como reserva forrajera de residuos agrícolas ensilados para la alimentación de cabras. ii) Determinar el contenido óptimo de humedad de los diferentes residuos agrícolas para ser ensilados, mediante deshidratación solar y iii) Determinar variaciones en el valor nutricional de los residuos antes y después del ensilado.

## Materiales y métodos

El ensayo se llevó a cabo en el campo del INTA IPAF-NOA (23° 39' 25,5" S y 65° 25' 53,4" O; 2.376 m.s.n.m) localizado en la Quebrada de Humahuaca (Jujuy). El clima es árido de montaña, con gran amplitud térmica y precipitaciones que varían entre 80 y 200 mm/año<sup>-1</sup>. Entre octubre del 2018 y abril del 2019 se colectaron de fincas y de orilla del Río Grande de la localidad de Maimará, residuos hortícolas que se ensilaron de manera individual (kg de silos final): apio (*Apium graveolens*: 201,5), zapallito verde (*Cucurbita maxima* var. zapallito: 71,4), acelga (*Beta vulgaris* subsp. *Vulgaris*: 31,2), brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*: 61,7), coliflor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*: 66,8), lechuga repollada (*Lactuca sativa*: 374,0), remolacha planta entera (RPE, *Beta vulgaris*: 266,3) y raíz (RR, *Beta vulgaris*: 296,8). Previo a la realización de los silos, se procedió a realizar los siguientes procesos: -selección: para eliminar hojas o parte de las plantas en descomposición, -limpieza: para eliminar tierra y evitar la proliferación de bacterias perjudiciales (Por ej.: *Clostridium botulinum*, *butyricum*, *tyrobutyricum*, *Listeria spp.* entre otras, <sup>6</sup>), -partido: en RR, lechuga repollada y zapallito verde se partió en cuartos, en RPE solo se partió en cuartos la raíz y en las verduras de hoja o flor se mantuvieron completas, y -deshidratación solar (DS): para disminuir el contenido de humedad (H), pues las hortalizas son alimentos suculentos (contenido de fibra  $\leq 18\%$  y  $MS \leq 35\%$ ; <sup>7</sup>). Esta se realizó en 3 camas preparadas para tal fin, tomándose 3 sub-muestras/cama<sup>-1</sup> (n=9) para cada residuo, que se pesaron a diario para evaluar la pérdida de H, ensilándose en bolsas nylon de 200  $\mu$ , cuando el promedio de Materia seca (MS) llegó a un porcentaje del 34,6. Se tomaron sub-muestras del material picado en fresco (T0) y ensilado (T1: con 4 a 10 meses de conservación) de diferentes estratos o bolsas, para conformar una muestra homogénea. Las muestras enviadas a análisis (Laboratorio de Forrajes, abonos orgánicos y tejidos vegetales del INTA EEA Salta) fueron rotuladas, pesadas y secadas en estufa de aire forzado a 60° C por 96 h, hasta obtener MS a peso constante. La MS fue molida y tamizada con malla de 1mm para determinar: pH (<sup>7</sup>) FDN y FDA (equipo Ankom), PB (N kjeldahl, <sup>7</sup>), Digestibilidad Estimada (por FDA) y Concentración Energética (por Digestibilidad). Los resultados se analizaron utilizando el software Infostat (<sup>8</sup>) por ANAVA, bajo: un DBCA para evaluar la tasa diaria de pérdida de humedad por época (TDPH, agrupando los residuos según sus características alimenticias en: flor: brócoli y coliflor, fruto: zapallito verde, raíz: RR y RPE y hojas: apio, acelga y lechuga. En apio se perdió la información de la recolección al ensilado, por lo que solo se incluye en los análisis de calidad nutricional).



Para evaluar los parámetros nutricionales entre T0 y T1, se realizó un ANAVA bajo un DCA. Para la comparación de medias se utilizó el Test de Tuckey ( $p \leq 0,05$ ).

## Resultados

La TDPH media, de los diferentes residuos por época de deshidratación, no mostró diferencias significativas entre fin de verano e inicio de otoño ( $p < 0,05$ ), pero si entre estas y primavera ( $p > 0,05$ ) (Cuadro 1).

Cuadro 1. TDPH media en (%) de los diferentes residuos hortícolas en las distintas épocas de deshidratación.

Época	TDPH (%)	D.E.
Primavera	7,4 a	2,5
Fin Verano	4,5 b	0,2
Inicio Otoño	5,1 b	0,5

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), D.E.: Desvío estándar de la media.

Respecto a las temperaturas medias diarias ( $T^{\circ}MD$ ) registradas en las distintas épocas donde se realizó DS de los diferentes residuos hortícolas. No se observaron diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) en las  $T^{\circ}MD$  de primavera y fin de verano, en tanto que si hubo diferencias significativas entre estas dos épocas y las  $T^{\circ}MD$  registradas en inicio de otoño ( $p \leq 0,05$ ) (Cuadro 2).

Cuadro 2.  $T^{\circ}MD$  (en  $^{\circ}C$ ), en las épocas de DS solar de hortalizas.

Época	$T^{\circ}$ media diaria	D.E.
Primavera	25,2 a	1,5
Fin verano	25,5 a	0,4
Inicio otoño	21,2 b	2,4

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), D.E.: Desvío estándar de la media.

La TDPH de los residuos de hojas en primavera es significativamente diferente ( $p < 0,05$ ), entre el resto de los residuos. En primavera los residuos de hojas y RPE, se deshidratan a una tasa mayor de H respecto de hojas en otoño, RR primavera, fruto a fines de verano y flor a inicios de otoño, no mostrando diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre los últimos (Cuadro 3). La TDPH de RPE, se debe a que se realizó el silo cuando las hojas tenían un contenido de H cercano al 13%. Los residuos de hojas a inicios de otoño, pierden la mitad TDPH, respecto a las hojas en primavera y los residuos de RR pierden igual TDPH que los frutos a fines de verano y flor a principios de otoño. Los residuos de hojas se



ensilaron con un 13% H y los residuos de raíz, flor y fruto entre 30 y un 50% H, ya que contenidos menores de H imposibilitan el picado mecánico.

Cuadro 3. TDPH (en %) de los diferentes tipos de residuos de hortalizas procesados.

Tipo-residuo	Media±D.E. (TDPH%)
Hoja-primavera (lechuga)	10,06 ±0,36 a
RPE-primavera	7,43±1,9 ab
Hoja-inicio otoño (acelga)	4,92±0,27 b
RR-primavera	4,84±1,2 b
Fruto-fin verano (zapallito verde)	4,54±0,2 b
Flor-inicio otoño (brócoli, coliflor)	4,0±1,0 b

Letras distintas entre filas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), D.E.: Desvío estándar de la media

El cuadro 4. Muestra los días necesarios en DS para obtener el % de H para ser ensilados, por tipo de residuo y época. Se puede observar que en brócoli, coliflor y RPE son necesarios entre  $4,0 \pm 2,2$  -  $4,5 \pm 2,5$  días para llegar al contenido de H para ser ensilados, además que RR necesita más días que los residuos de hojas en la misma época  $6,5 \pm 3,6$  vs  $5,0 \pm 2,7$  días, similares a zapallito verde a fin de verano, y que residuos de hojas en inicio de otoño necesitan alrededor de 5 días más para obtener igual grado de H que los residuos de hojas en primavera, hecho que se correlaciona por las diferentes TDPH.

Cuadro 4. Días en DS para obtener la H (%) de ensilado por tipo de residuo y época en los residuos de hortalizas procesados.

Tipo de residuo por época	Media ±D.E. (Días)
Flor – Inicio otoño (coliflor)	4,0±2,2 a
Flor – Inicio otoño (brócoli)	4,0±2,2 a
RPE – Primavera	4,5±2,5 ab
Hoja – Primavera (lechuga)	5,0±2,7 ab
RR Primavera	6,5±3,6 ab
Fruto – Fin verano (zapallito verde)	6,5±3,6 ab
Hoja – Inicio otoño (acelga)	9,5±5,4 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). D.E.: Desvío estándar de la media



El valor nutritivo medio de todos los residuos hortícolas en % de la MS, no mostró diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) en los parámetros nutricionales evaluados entre los residuos en fresco y ensilados después de 4 y 6 meses de conservación. Presentan contenidos PB superiores al 18%, bajo contenido de pared celular (FDN), lo que indica una fracción lignocelulósica baja, y presenta altos contenidos de hemicelulosa, lo cual se correlaciona con alta DIVMS y concentración energética, que potencialmente asegura un buen funcionamiento ruminal. Además, se observa una disminución del pH desde 7,06 a 3,7, lo que asegura la proliferación de bacterias ácido lácticas, que permiten la estabilización de los silos.

Cuadro 5. Valor nutritivo (% de la MS), de los diferentes residuos hortícolas en T0 y T1.

	PB	FDN	FDA	DIVMS	Mcal EM	pH
T0 <sup>1</sup>	17,90 a	25,41 a	17,55 a	75,23 a	2,72 a	7,06 a
T1 <sup>1</sup>	18,13 a	26,80 a	19,91 a	73,39 a	2,65 a	3,7 b
EEM <sup>2</sup>	1,14	1,56	1,25	0,97	0,04	0,07
Significanci a	NS	NS	NS	NS	NS	

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), <sup>1</sup>T0 y T1: tratamientos; NS =  $p > 0,05$ ; \*  $p < 0,05$ ; <sup>2</sup>EEM: Error estándar de la media

## Discusión

En este ensayo, se pudo elaborar, conservar y estabilizar ensilados de diferentes residuos hortícolas, mediante DS previa. Resulta factible realizar ensilados de productos y subproductos de la agricultura, que contengan hasta un 50% de H, pues facilita el compactado y la expulsión del aire= contenidos superiores al 75% de H afectan la fermentación, lográndose ensilados ácidos, de baja aceptación por los animales, disminuyendo el consumo <sup>(9)</sup>.

Si bien la TDPH (%), según la clasificación en sus partes comestibles, puede variar de acuerdo a la época, año y localidad donde se pudiera replicar éste ensayo, la misma sirve de base para tomar decisiones de acuerdo a las condiciones meteorológicas de cada localidad, pues este ensayo trabajó con altos volúmenes de residuos, distintos a los utilizados en ensayos experimentales que luego son extrapolados a grandes superficies <sup>(12)</sup>.

La rápida fermentación y descenso del valor de pH de 7-7,5 a 4-3,5 del ensilaje se logra a partir de contenidos de carbohidratos solubles (naturales o agregados), limita el desarrollo de la actividad biológica perjudicial y favorece la conservación del mismo <sup>(10,6)</sup>. El pH al que se estabilizaron los ensilajes con residuos de hortalizas se encuentran dentro de los valores óptimos que informa la bibliografía para silos de subproductos agrícolas <sup>(9)</sup>. El proceso de ensilado no modificó el valor nutritivo de los mismos. Los residuos ensilados



muestran un contenido proteico superior al 18%, lo que los hace comparables al PB del heno de alfalfa <sup>(11)</sup>. Así mismo presentan bajos contenido pared celular (FDN 26,80±4,16 y FDA 19,91±3,52), y alta DIVMS (73,39±2,72) lo que correlaciona con la alta concentración energética de los mismos (Mcal EM 2,65±0,10). Resultados similares fueron encontrados en silos de distintos residuos hortícolas <sup>(12)</sup>. En silos de maíces andinos de planta entera, estos valores rondan en promedio 62% de Digestibilidad y 2,2 de energía (Mcal EM /Kg Ms; <sup>11</sup>).

## Conclusión

Los residuos hortícolas son factibles de ser ensilados previa deshidratación. Se caracterizan por presentar un elevado valor nutritivo, con altos valores de PB, DIVMS y bajos de pared celular (FDN; FDA). Presentan un elevado potencial como raciones energético-proteicas para suplementar cabras en el periodo invierno-primaveral.

## Bibliografía

1. Guzmán JL, Perez-Ecija A, Zarazaga LA, Martín-García, AI, Horcada A and Delgado-Pertinhez M. 2020. Using dried orange pulp in the diet of dairy goats: effects on milk yield and composition and blood parameters of dams and growth performance and carcass quality of kids. *Animal* 14(10): 2212–2220.
2. Marcos CN, Carro Travieso MD, Fernández Yuste JA y Molina Alcaide E. 2019. Efecto de la utilización de subproductos agroindustriales en dietas para caprino sobre la producción y composición de la leche. AIDA, XVIII Jornadas sobre Producción Animal (ISBN 978-84-09-10960-9): 206-208.
3. Barroso FG, Martínez TF, Megías MD, Martínez-Teruel A, Madrid MJ y Hernández F. 2017. El potencial del ensilado de tomate en la alimentación de pequeños rumiantes. *Albéitar*, Vol. 115: 68-71.
4. Van Soest PJ y McCammon-Feldman B. 1980. Estrategias para el Uso de Residuos de Cosecha en la Alimentación Animal. Memorias de una reunión de trabajo efectuada en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica, 19-21 marzo. CIID Oficina Regional para la América Latina y el Caribe Apartado Aéreo 53016, Bogotá, Colombia. 158 p.
5. Cabrera AL. 1976. “Regiones fitogeográficas argentinas”. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería 2º ed., Tomo II, Fase I. Acme. Buenos Aires. 85p.
6. Mc Donald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD and Morgan CA. 2002. *Animal nutrition* 6th Edition. Pearson Education Limited. Edinburgh, UK, 693 p.
7. Association Of Official Agricultura Chemist. (1990). *Official methods of analysis*. (15th ed.). Washington, D.C. 771 pp.
8. Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. *InfoStat* versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
9. Manette L 't. 2001. Memorias de la Conferencia Electrónica de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos 1 septiembre a 15 diciembre 1999. Estudio FAO “Producción y protección vegetal 161”. 161 pág.



<http://dx.doi.org/10.19137/cienvet2021esp01-02>

10. Virtanen AI. 1933. The A.I.V. method for the preserving fresh fodder. Empire Journal of Experimental Agriculture, Vol.1: 143-155

11. Chagra Dib EP, Leguiza HD, Candotti JJ, GALIAN O. 2013. Utilización de silaje de maíz para suplementación de cabras en pastoreo en la Quebrada de Humahuaca. Efecto sobre la producción de leche. Primer Congreso Argentino de Producción Caprina. La Rioja (ISSN 1853-3647): 223-226

12. Manterola BH, Dina Cerda A. 2014. Utilización de residuos y subproductos de frutas de zonas templadas en la alimentación animal. En: Fernández Meyer AC. "Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en carne y leche bovina". 1ra Edición, Ediciones INTA (ISBN: 978-987-521-502-3): 83-94.

