

# **“Evaluación de diferentes alternativas de ensilaje de cáscara de gandul (*Cajanus cajan*) para la alimentación bovina”**

**<sup>1</sup>Maritza Véliz Piguave, <sup>2</sup>Dr. Alex Zambrano Durango**

## **RESUMEN**

La obligación de ser eficientes en nuestros sistemas de producción nos llevan a buscar y/o mejorar nuestros recursos. El presente estudio busca un mejor y mayor aprovechamiento de la cáscara de gandul “*Cajanus cajan*” a través del ensilaje, investigando el comportamiento fermentativo de este material al adicionarle urea, como fuente de nitrógeno no proteico, melaza como fuente de carbohidratos hidrosoluble y leche como fuente de bacterias lácticas para la producción de ácido láctico. A fin de obtener un producto succulento de aceptable calidad para ser utilizado en la alimentación bovina, dada la disponibilidad de este potencial recurso y la necesidad de ser conservado.

The obligation of being efficient in our production systems are conducting us to seek and improve our resources. This present study is taking advantage of the gandul peel “*Cajanus cajan*” through the storage, for which we propose to develop a fermentative behaviour of this material when urea is added, as a nitrogen source and not as a proteic source; melaza as a hydrosoluble carbohydrate and milk as lactic bacterias source for the production of lactic acid. The purpose is to obtain a rich and tasty product with and acceptable quality for use in cattle feeding, due to the disponibility of this potential resource and the need of being conserved

## **INTRODUCCIÓN**

La existencia de volúmenes cada vez mayores de residuos, desechos, sub productos agrícolas y agroindustriales, que en la actualidad y en la generalidad de los casos están siendo sub-utilizados o desperdiciados, ofrece la posibilidad de solucionar la escasez de forraje que se presenta en el Ecuador durante la época de verano, debido a la falta de precipitaciones (6).

El grupo Fadesa en el año 2005 contrató 11.000 ha para la producción de fréjol de palo o gandul en las zonas de Manabí, Los Ríos y Guayas (4). Las dependencias de Ecuavegetal en Babahoyo y Sabanilla pertenecientes a este grupo, procesaron 13.640 y 18.200 Ton de gandul fresco respectivamente en el año 2002, destinadas a elaborar conservas (4).

Uno de los desechos del proceso para elaborar las conservas del gandul lo constituye la cáscara de gandul, la misma que representa el 50% de la materia prima (4). Tan solo pequeños ganaderos acudían a solicitar se les done la cáscara o bien acercaban sus reses para alimentarlas. Hecho que no aliviaba el hacinamiento y putrefacción de este residuo, dando como resultado: la contaminación del medio ambiente, un contraste desfavorable con el paisaje, además de un ínfimo y corto aprovechamiento, pues la cáscara de gandul está exclusivamente disponible durante el período de cosecha comprendido entre Agosto y Diciembre.

---

<sup>1</sup> Ingeniera Agropecuaria, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2006.

<sup>2</sup> Director de tesis, Doctor en Medicina Veterinaria

Dado lo anterior parece lógico aprovechar este “desperdicio” en abundancia como reserva de seguridad alimentaria en los periodos de escasez de pastos (verano), además de aliviar el problema de la eliminación de residuos, convirtiendo al bovino en un importante agente de reciclaje de nutrientes del suelo , ya que gran parte de estos retornarán en las deyecciones de los animales (6).

La cáscara de gandul constituye un recurso potencial para la alimentación del ganado bovino, proveyéndonos del 6 % de proteína bruta en base seca y un contenido de fibra de 36.24 %. A través del ensilaje, que es un proceso de fermentación anaerobia donde se retiene los elementos nutritivos y que permite su almacenamiento por períodos prolongados en óptimas condiciones, podemos utilizarla como una reserva forrajera (3).

En este estudio para determinar la respuesta al proceso de ensilaje de la cáscara de gandul, se la enriqueció con urea (1.7 %) como fuente de nitrógeno no proteico, fácilmente digerible por los rumiantes y se comparó el comportamiento del proceso fermentativo al adicionar: melaza (1%) como fuente de carbohidratos hidrosolubles y leche en polvo (2%) como fuente de bacterias lácticas para la producción de ácido láctico.

Se espera que la cáscara de gandul tenga una respuesta favorable al proceso de fermentación, que la inclusión de urea eleve el contenido proteico del ensilaje y que la adición de leche y melaza mejoren las condiciones del proceso fermentativo.

Los objetivos de esta tesis son:

### **Objetivo General**

- ④ Evaluar el comportamiento fermentativo de la cáscara de gandul en los diversos tratamientos.

### **Objetivos Específicos**

- ④ Determinar el tratamiento que mejor respuesta tenga al proceso de fermentación.
- ④ Determinar la factibilidad económica de los tratamientos

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ubicación del ensayo**

El presente estudio se realizó en la hacienda Chivería ubicada en la Provincia del Guayas Km 32 ½ vía a Daule. La zona se encuentra a 15 msnm con una temperatura promedio anual de 26<sup>0</sup>C, humedad relativa del 89.5 % y una precipitación anual de 950 mm, distribuida entre los meses de Diciembre y Mayo. De acuerdo a la clasificación de Leslie y Holdridge, el lugar pertenece a una Zona de Bosque Muy Seco Tropical.

## Materiales utilizados

- ✓ Picadora de pasto
- ✓ Balanza gramera
- ✓ Carretilla
- ✓ Palas
- ✓ Machetes
- ✓ Fundas Plásticas de polietileno resistente (83 x 56 cm)
  
- ✓ Piola
- ✓ Escoba

## Ingredientes:

- ✓ Cáscara de gandul
- ✓ Urea (46 % N) utilizada al 1.7 %
- ✓ Melaza utilizada al 1%
- ✓ Leche en polvo utilizada al 2%

## Metodología

Los tratamientos usados en este ensayo fueron: cáscara de gandul y cáscara de gandul más urea (1.7 %), incluyendo las variantes sin aditivo, con melaza (1%), con leche (2%) y con melaza (1%) más leche (2%), como se muestra en la Tabla 1. Los porcentajes de urea y melaza utilizados en este estudio fueron obtenidos como parte sustituable de la ración alimenticia del hato lechero de la hacienda.

**TABLA 1**  
**Descripción de los tratamientos**

INGREDIENTES	ADITIVOS			
	SIN ADITIVO	MELAZA (1%)	LECHE (2%)	MELAZA (1%) + LECHE (2%)
Cáscara de Gandul + Urea (1.7 %)	T1	T2	T3	T4
Cáscara de Gandul	T5	T6	T7	T8

Tratamiento testigo T5

Con el fin de valorar las características fermentativas de los diversos tratamientos se seleccionaron las siguientes variables:

Indicadores cuantitativos: Potencial de hidrógeno (pH)

Humedad

Nitrógeno amoniacal en base nitrógeno total (N-NH<sub>3</sub>/Nt )

Proteína bruta

Indicadores cualitativos: Método del Test Sensorial (FRANKEL (1998) (2).

Para la preparación de los tratamientos a la cáscara de gandul se le realizó un picado ligero en la picadora de pasto, hasta obtener tamaños de entre 4 a 5 cm. Inmediatamente se le adicionó la urea (1.7 %), la melaza (1%) y la leche (2%), diluidas en 100 ml de agua cada una. Luego se procedió a pesar el material mezclado y al llenado de las fundas, que correspondían a los microsilos con un peso de 15 Kg marcados con sus respectivos tratamientos y repeticiones. Posteriormente se realizó una compactación manual tratando de eliminar la mayor cantidad de aire posible, para finalmente sellar con un nudo y marcar cada microsilo. La apertura de los microsilos se efectuó luego de 46 días. Se evaluó cada tratamiento con el método del Test Sensorial y además se pesó el material visiblemente contaminado con hongos para establecer un porcentaje de pérdidas.

Para las variables pH, humedad, N-NH<sub>3</sub>/Nt y proteína bruta se tomó una muestra homogénea de cada tratamiento y repetición, las mismas que fueron enviadas y analizadas en el laboratorio, Labolab en Quito.

### **Análisis estadístico de datos**

El diseño que mejor se adapta a este estudio es el diseño completamente al azar (DCA). Tenemos 8 tratamientos y por cada tratamiento 3 repeticiones. Los datos que se tomaron de cada una de las variables se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA). En el caso de que hubiera significancia estadística entre los tratamientos y con el fin de determinar los mejores tratamientos, se realizó una prueba de separación de medias DUNCAN 5 %.

## **RESULTADOS**

**Variables:** pH, humedad, N-NH<sub>3</sub>/Nt, proteína bruta

Para todas las variables analizadas (pH, humedad, N-NH<sub>3</sub>/Nt y proteína bruta) existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos.

Los resultados del análisis de la prueba de separación de medias Duncan al 0.05 se muestran en la tabla siguiente

**Tabla 2**  
**Resultados de la prueba de separación de medias Duncan al 0,05**  
**Medias de las variables y rangos**

pH	H	N-NH <sub>3</sub> /Nt	PB
T1 = 8.95 a	T3 = 70.18 a	T1 = 66.47 a	T3 = 6.85 a
T4 = 8.33 ab	T4 = 70.12 a	T3 = 66.21 a	T2 = 6.32 ab
T3 = 7.97 b	T2 = 69.83 a	T2 = 63.45 a	T4 = 5.78 bc
T2 = 7.66 bc	T1 = 67.71 a	T4 = 59.47 a	T1 = 5.27 c
T5 = 6.97 cd	T6 = 67.16 ab	T5 = 13.43 b	T8 = 3.79 d
T6 = 6.39 d	T5 = 66.73 ab	T7 = 11.10 b	T6 = 2.81 e
T8 = 6.38 d	T7 = 66.19 ab	T8 = 10.17 b	T5 = 2.81 e
T7 = 6.31 d	T8 = 57.87 b	T6 = 7.03 b	T7 = 2.74 e
CME = 0.158	CME = 7.91	CME = 33.26	CME = 0.160
GLE = 12	GLE = 12	GLE = 12	GLE = 12

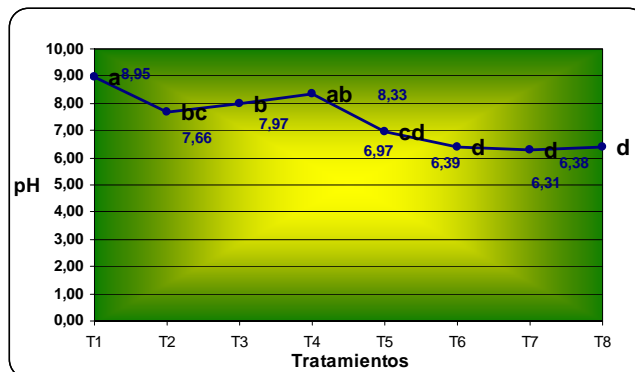
Tratamientos con letras iguales no poseen diferencia estadística.

Grados de libertad del error = GLE

Cuadrado Medio del Error = CME

Ⓜ pH

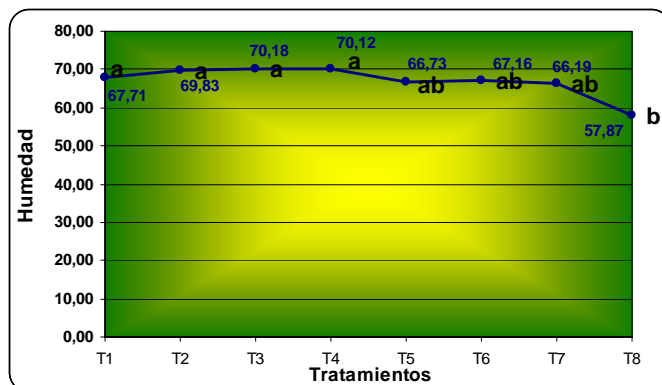
**GRÁFICO 1**  
**RESULTADOS PRUEBA DUNCAN 0.05: VARIABLE pH**



Según el análisis realizado, estadísticamente los mayores valores de pH los obtuvieron los tratamientos T1 y T4, quienes comparten el mismo grupo de significancia a. Los otros grupos de significancia que se obtuvieron fueron: T4 (8.33), T3 (7.97) y T2 (7.66), en el grupo b; T2 (7.66) y T5 (6.97), en el grupo c; y los tratamientos T5 (6.97), T6 (6.39), T8 (6.38), T7 (6.31) en el grupo d. Los tratamientos sin urea obtuvieron los menores valores de pH, entre 6.97 (T5) y 6.31 (T7).

## Humedad

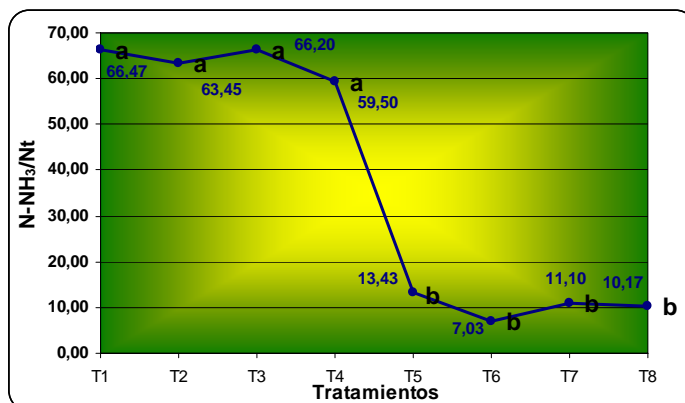
**GRAFICO 2**  
**RESULTADOS PRUEBA DUNCAN 0.05: VARIABLE HUMEDAD**



Para la variable humedad, estadísticamente encontramos que no existen diferencias significativas entre los tratamientos T3(70.18), T4(70.12), T2(69.83), T1(67.71), T6(67.16), T5(66.73) y T7(66.19), quienes compartieron el grupo a. El tratamiento T8(57.87), obtuvo la media más baja para esta variable en el grupo b; y comparte significancia con los tratamientos T5(66.73), T6(67.16) y T7(66.19). Todos los tratamientos tuvieron contenidos de humedad satisfactorios.

## Nitrógeno amoniacal en base de nitrógeno total ( $N-NH_3/Nt$ )

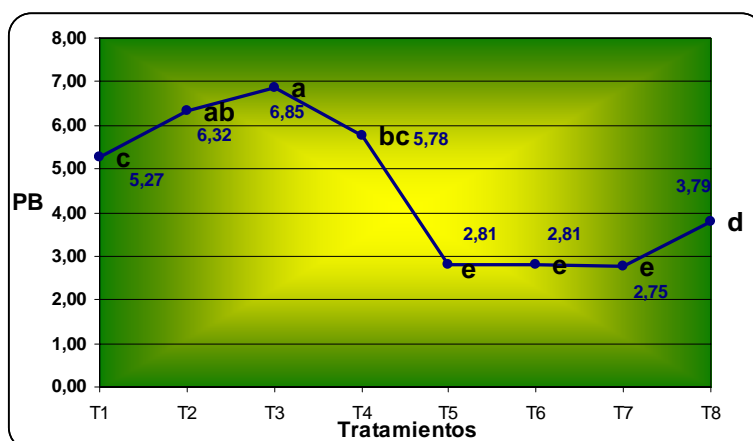
**GRAFICO 3**  
**RESULTADOS PRUEBA DUNCAN 0.05 VARIABLE  $N-NH_3/Nt$**



Existen dos grupos diferenciados estadísticamente para esta variable. Los tratamientos T1(66.47), T3(66.20), T2(63.45) y T4(59.50) forman el grupo a con las medias más altas dada adición de urea. El grupo b lo forman los tratamientos T5(13.43), T7(11.10), T8(10.17) y T6(7.03) respectivamente. De entre estos los que se encuentran más cercanos a los valores recomendados para un buen ensilaje son el T6 (7.03) y T8 (10.17).

**Proteína bruta**

**GRÁFICO 4  
RESULTADOS PRUEBA DUNCAN 0.05 VARIABLE PB**



En esta variable los tratamientos que mayor contenido de proteína bruta obtuvieron fueron el T3 (6.85), y T2(6.32) quienes compartieron el mismo grupo de significancia a. Estos fueron estadísticamente diferentes del tratamiento testigo T5(2.30), que comparte significancia en el grupo e con los tratamientos T6(2.81) y T7(2.75). El grupo e es el que menor contenido de proteína bruta presenta. Se observa de estos resultados que la urea eleva el contenido de proteína bruta en los tratamientos en los que se incluyó. El tratamiento T8 (3.79) que forma el grupo d, se diferenció estadísticamente del testigo T5 (2.81).

**Test sensorial**

Los resultados del test sensorial, así como las pérdidas visibles por hongos, que se obtuvieron en los tratamientos, se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 3  
Resultados de la prueba del Test Sensorial**

Tratamiento	% Pérdida por hongos	Color	Olor	Estado de tejidos	Puntaje total y calificación
T1	2,33	1,00	2,33	2,00	5,33 Regular
T2	4,49	1,00	2,00	1,00	4,00 Regular
T3	3,66	1,00	1,00	1,00	3,00 Malo
T4	4,66	1,00	1,00	1,00	3,00 Malo
T5	0,72	2,33	6,00	5,00	13,33 Satisfactorio
T6	2,50	1,66	5,33	4,66	11,66 Satisfactorio
T7	0,94	2,00	5,00	4,00	11,00 Satisfactorio
T8	1,11	2,00	5,00	5,00	12,00 Satisfactorio

Los tratamientos T5, T6, T7 y T8, obtuvieron calificaciones satisfactorias. De los cuales el tratamiento testigo T5 (13.33) y T8 (12.00) obtuvieron los mayores valores.

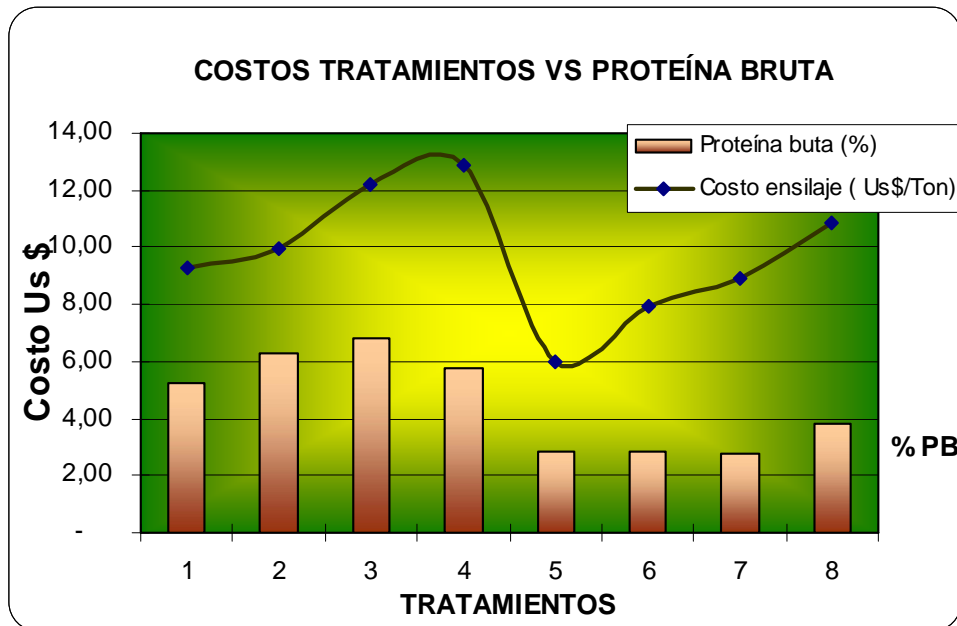
El tratamiento que menor porcentaje de pérdidas tuvo por contaminación visible de hongos fue el testigo T5 (0.72 %) en comparación con el tratamiento T4 que presentó

el mayor porcentaje (4.66 %). Estos porcentajes se encuentran dentro del rango establecido como pérdidas totales inevitables (del 5 al 20%) establecido por Honning (1991)

### ANÁLISIS ECONÓMICO

Como se puede observar en el gráfico 5 los tratamientos que menos costos tuvieron por ton de material a ensilar son el testigo T5 Us \$ 6.00 (cáscara de gandul sola) y el T6 Us \$ 7.94 (cáscara de gandul mas melaza).

**Gráfico 5**  
**Costos tratamientos vs contenido de proteína bruta**



Tratamiento	% PB	Costo Ton (Us \$)
1	5.27	9,30
2	6.32	9,98
3	6.85	12,18
4	8.78	12,86
5	2.81	6,00
6	2.81	7,94
7	2.75	8,88
8	3.79	10,82

Estableciendo una comparación: una vaca de 600 Kg de peso, con una producción de leche de 10 Kg/día con 4 % de grasa, requiere diariamente para cubrir sus necesidades de mantención y producción: 12,6 Kg de materia seca y 1017 gramos de proteína bruta. Tomando en cuenta que las cantidades de ensilaje para alimentar vacas lecheras en producción van de 14 a 23 Kg/día (3).



**Tabla 4**  
**Comparación costos ensilaje tratamiento T6 vs pasto Alemán**

Descripción	MS (Kg)	PB (gr)		Valor (Us \$)
		Mantenimiento	Producción	
Requerimientos diarios	12.60	Mantenimiento	377	
		Producción láctea de 10 lt	640	
		<b>Total</b>	<b>1017</b>	
Ensilaje tratamiento T6, aporte por Kg	0.328	28.10	0.00794	
Pasto alemán, aporte por Kg	0.191	122.0	0.17	
<b>Aporte ensilaje tratamiento T6 ( 23 Kg)</b>	<b>7.54</b>	<b>646.6</b>	<b>0.18</b>	

Como podemos observar en la Tabla 4 el ensilaje de cáscara de gandul es bajo en proteína, sin embargo su costo representa el 4 % del costo de pasto. Un kilo de ensilaje T6 cubre el 44 % de las necesidades de proteína para la producción de un litro de leche en este caso. La suplementación de la ración alimenticia con 23 Kg de ensilaje T6 cubre los requerimientos en proteína para la producción de leche.

### CONCLUSIONES

1. Se puede convertir el “desperdicio”, cáscara de gandul, en una importante reserva forrajera para los bovinos y a través de este, reciclar los nutrientes, para que vuelvan al suelo, eliminando así el problema de contaminación.
2. De acuerdo con el análisis económico realizado, la inclusión de ensilaje en la ración alimenticia de los bovinos, representa una oportunidad para disminuir el costo de la ración y más en la época crítica (verano) donde el pasto escasea y el precio del mismo se eleva ante la necesidad de riego, así:
3. Los tratamientos T8, T6 y T7 tuvieron cualidades fermentativas satisfactorias, evaluadas a través del test sensorial y no existió una diferencia estadística significativa entre ellos para las variables analizadas pH, N-NH3/Nt, y contenido de proteína bruta. Estos resultan los más adecuados para ensilar.
4. De entre estos el que más se acerca a los parámetros de pH y N-NH3/Nt para ser considerados como un buen ensilaje revisados en esta tesis es el tratamiento T6 (pH 6.39 N-NH3/Nt 7.03 %)
5. Inferimos que la adición de melaza en los tratamientos disminuye los valores de N-NH3/Nt en el silaje, en concordancia con las investigaciones de Betancourt (2002) quién señala que Ojeda (1994) en silaje de guinea evaluó tres niveles de melaza (0, 1 y 2 %) y reportó que a pesar de presentar siempre valores altos de N-NH3 /Nt obtuvo el valor más bajo con 10 Kg de melaza por tonelada de pasto (1 %) y el valor más alto lo obtuvo en los ensilajes sin melaza.
6. No es recomendable ensilar la cáscara de gandul sola (Tratamiento control T5) pues su valor de pH resultó cerca del valor neutro (6.97) y con contenidos de N-NH3/Nt en un 13.43 % no aptos para una prolongada conservación, lo que concuerda con Betancourt (2003) quién al realizar un estudio con *Leucaena leucocephala*, en una zona de bosque muy seco tropical, concluyó que en los ensilajes bien conservados se considera como óptima una concentración menor del 7 % de N-NH3/Nt.
7. Los tratamientos que tuvieron urea resultaron con el mayor contenido de proteína, sin embargo no resultan aptos para ensilar: por el alto contenido de N-NH3/Nt (entre T4 59.50 – T1 66.47 %), que perjudica el consumo y la salud de los

animales, el pH neutro o alcalino que presentan (entre T2 7.66 y T1 8.95), desfavorables para el proceso de conservación.

8. Valores altos de N-NH<sub>3</sub>/Nt en los tratamientos con urea presentes en este estudio pudieron deberse a que se agregó urea al 1.7 %, en contraste con lo mencionado por Guzmán (1998) quien recomienda valores máximos de 0.45 % para mejorar el contenidos de proteína en los ensilajes.

## RECOMENDACIONES

1. Todos aquellos tratamientos que presenten pH entre neutros y alcalinos no son recomendados para ensilar puesto que se correría el riesgo de perder todo el contenido del silo por procesos de putrefacción y por la multiplicación rápida de bacterias clostridiales.
2. Se debe eliminar la mayor cantidad de aire durante el proceso del ensilaje para favorecer a un rápido descenso del pH.
3. Evite la contaminación con suelo y estiércol porque allí viven las bacterias clostridiales.
4. Se debe tener en cuenta la calidad de la bolsa, en el caso de los silos chorizo, revise que no existan perforaciones que permitan la entrada de oxígeno y se degrade el material ensilado.
5. Se prefiere ensilar materiales de hasta 75 % de MS, altos contenidos de humedad producen gran cantidad de efluentes con importantes pérdidas de nutrientes, además de contaminación ambiental.
6. Materiales con más de 50 % de MS se consideran difíciles de ensilar.
7. Se recomienda la utilización de mayor cantidad de melaza y menores niveles de urea para favorecer el proceso fermentativo y elevar el contenido proteico del ensilaje de cáscara de gandul.

## BIBLIOGRAFÍA

1. BETANCOURT MARÍA, Efecto de la melaza, ácido fórmico y tiempo de fermentación sobre el contenido de proteína cruda y nitrógeno amoniacal en silaje de *Leucaena leucocephala*, [http:// www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zt2103/arti/betancourt\\_m.htm](http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zt2103/arti/betancourt_m.htm) - 38k
2. FRANKEL AÍDA, Conservación de Forrajes, Editorial Albatros, Argentina 1984, pp 51-114
3. GUZMÁN JORGE, Ensilaje y henificación en el trópico, Espasandes S.R.L. Editores, Venezuela 1998, pp 89-187
4. Plan para incrementar el área de fréjol gandul, El Universo (4 de enero de 2005)
5. M VÉLIZ, "Evaluación de diferentes alternativas de ensilaje de cáscara de gandul (*Cajanus cajan*) para la alimentación bovina", Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2006.
6. Utilización de residuos y subproductos en la alimentación de ganado, (Mimeografiado) Desde el Surco, EC pp. 46-48
7. ZENTENARO F, 2004 Procesamiento Cajanus cajan (entrevista), Ecuavegetal Babahoyo