

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS



EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE GALLINAZA EN LA
FERMENTACION Y VALOR NUTRICIONAL DE ENSILADOS
DE CAÑA DE AZUCAR

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

WONCHEE SOLORZANO ZITA

DIRECTOR DE TESIS M. C.

FRANCISCO JAVIER RAMIREZ VALENCIA

ZAPOPAN, JALISCO. AGOSTO DE 1995

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
BIBLIOTECA

CON TODO CARÍÑO..... GRACIAS

CONTENIDO

	<u>PAGINA</u>
RESUMEN.....	X
INTRODUCCION.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
JUSTIFICACION.....	12
HIPOTESIS.....	13
OBJETIVOS.....	14
MATERIAL Y METODOS.....	15
RESULTADOS	18
DISCUSION.....	37
CONCLUSIONES.....	41
BIBLIOGRAFIA.....	42

RESUMEN

Cada año, durante el período de sequía, es frecuente que los ganaderos tengan problemas por falta de alimento para el ganado. La seguridad de contar todo el año con forraje para la alimentación del ganado, de manera que en la época de estiaje los animales puedan producir, depende del manejo racional que se haga de los potreros y/o preservación del forraje necesario para ese período, por henificación o ensilaje. El presente trabajo se realizó con el objeto de evaluar la calidad nutricional de ensilados de caña de azúcar adicionados con diferentes porcentajes de gallinaza, y su comportamiento en distintos tiempos de fermentación. Los niveles de inclusión de excreta en las mezclas ensiladas fueron: 0, 10, 20, 30 y 40%, y los tiempos de fermentación 0, 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días; para lo cual se hicieron determinaciones del contenido de materia seca, proteína cruda, minerales, pH, nitrógeno no proteínico, sílice y fracciones de fibra: fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, lignina, celulosa, hemicelulosa; digestibilidad "in situ" de la materia seca y orgánica. En general, puede mencionarse que la inclusión de la gallinaza incrementó el contenido de MS, PC, MIN, pH, NNP, DMS y DMO; mostrando el mismo efecto conforme se aumentaron los tiempos de fermentación, mientras que las fracciones de fibra disminuyeron por ambos factores. Los análisis de las características de fermentación sugieren que la adición de gallinaza a ensilados de caña de azúcar favorece el desarrollo de bacterias lácticas, cuyos productos de fermentación son indispensables para la preservación de los ensilados, efecto que se presentó por la obtención de niveles adecuados de pH los cuales fueron: 3.36, 3.56, 3.73, 3.88 y 4.22 en el mismo orden respectivamente. La inclusión de gallinaza incrementó también el contenido de materia seca y nitrógeno presente en estos; aunque probablemente la mayor contribución significativa de la gallinaza en las mezclas ensiladas fué el aporte de proteína y la disminución de las fracciones de fibra. El aumento de la digestibilidad de la materia seca y orgánica de los ensilados aumento conforme se adicionaron mayores porcentajes de gallinaza al disminuir el contenido de fibra presente. En base a las características organolépticas realizadas a las mezclas al momento de ensilar se encontró que la caña mezclada con la gallinaza tiene buena compactación aunque esta fué incluida en proporciones crecientes, el olor se intensificó sin llegar a ser desagradable. Los resultados obtenidos en este trabajo sugieren que el uso de la gallinaza como aditivo para ensilados de caña de azúcar es favorable ya que mejora la calidad nutricional y proporciona las condiciones adecuadas para la preservación del mismo.

INTRODUCCION

Cada año durante el período de sequía, es frecuente que los ganaderos tengan problemas por la falta de alimento para el ganado. La producción lechera baja considerablemente y el ganado de carne pierde gran parte del peso adquirido durante la época de lluvias. Esta situación los obliga a comprar henos, concentrados u otros alimentos de precios relativamente altos.

En algunas regiones del país donde las explotaciones son intensivas, estos tipos de alimentos pueden pagarse ya que el precio del producto final es suficientemente alto para compensar este método de producción. En otras regiones, por lo general durante la sequía, el ganado se alimenta del rastrojo que queda en el campo después de la cosecha o en pastizales relativamente pobres, suministrándoles algunas veces concentrados o suplementos proteicos, los cuales apenas permiten que el ganado mantenga su peso vivo, y difícilmente presentan ganancias de peso.(35)

La seguridad de contar todo el año con forraje para la alimentación del ganado, de manera que en la época de secas los animales puedan producir, depende del manejo racional que se haga de los potreros y/o preservación del forraje necesario para ese período.(16)

El forraje de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) puede ser aprovechado como fuente de alimento para los rumiantes; los residuos agrícolas resultantes de la cosecha cañera representan un buen recurso para la alimentación animal.

En diversos estudios e investigaciones que se han realizado con este forraje y sus subproductos, se ha demostrado que la caña de azúcar puede ser utilizada todo el año como alternativa durante el período de sequía debido a las características nutricionales que presenta.

La caña de azúcar es una planta bien adaptada a regiones tropicales y subtropicales, a diferencia de la mayor parte de las gramíneas tiene buen valor nutritivo en épocas de secas, y es eficiente en transformar la energía solar en energía química (azúcares).

Su producción de materia seca es de 180 - 200 toneladas por hectárea por año; es de fácil manejo y rica en carbohidratos, el 68% de la caña es azúcar. Tiene buena digestibilidad cuando no se utiliza en estado de madurez avanzado; se puede utilizar la planta por entero sin necesidad de quitar la punta o corteza, y debe ofrecerse molida o picada, con maquina o machete. (13)

El ganado puede consumir aproximadamente el 6% de su peso vivo de caña en base húmeda, tal como se corta. Es mejor utilizar la caña madura; esto es, de más de doce meses de edad y utilizar la planta completa, debido a que la punta de la caña tiene mayor proteína en comparación con el tallo.

Debido al bajo contenido de proteína que tiene el tallo de la caña de azúcar se recomienda agregar un suplemento proteínico como urea, y ofrecer otros ingredientes como pulidura de arroz o torta de algodón, sal y minerales.(13)

En los diferentes estudios que se han hecho utilizando la caña de azúcar como único forraje para la alimentación de ganado de varias razas lecheras en el trópico, se ha demostrado que fresca puede ser utilizada satisfactoriamente para la alimentación de bovinos en sistemas intensivos; sin embargo, el corte y picado diario de la caña de azúcar constituye una dificultad en el manejo e incrementan considerablemente el costos de producción por el uso de mano de obra adicional, además se limita la utilización de este forraje al periodo en el cual esta disponible en las áreas de cultivo. (15)

La zafra de la caña de azúcar generalmente coincide con la época de sequía, por lo tanto sus subproductos también representan una alternativa debido a sus características de composición química que le confiere la posibilidad de emplearse como alimento para rumiantes. (19)

El bagazo y bagacillo provenientes de la molienda y desmedulado de la caña de azúcar, son subproductos que anualmente se obtienen en volúmenes superiores a los 7 millones de toneladas; el destino más común de estos materiales es como combustible, lo cual es una práctica ineficiente que ocasiona problemas de contaminación. El bagazo desmedulado es empleado en la fabricación de tablas duras, celulosa y papel; y el bagacillo como vehículo de melaza. (28)

Estos subproductos, en forma natural o tratados a base de vapor o álcali y combinados con otros ingredientes, han sido empleados para determinar la facilidad de utilizarlos en dietas integrales en corrales de engorda o como suplementos alimenticios para suministrarse en el potrero. (19)

Una alternativa para la utilización de la caña de azúcar entera que se siembra libre de crédito de los ingenios o para la caña "parada" la cual no es utilizada por el ingenio por falta de capacidad en la molienda, es aprovecharla como fuente de forraje para el ganado, para lo cual, tiene que ser cosechada rápidamente, para así desocupar la tierra y permitir el nuevo crecimiento de las plantas. El material cosechado tiene que ser preservado, siendo el proceso de ensilaje el más adecuado para la conservación de este forraje. (39)

El ensilaje ha sido una práctica ganadera utilizada desde hace siglos como una medida de conservación de alimentos para los animales, durante épocas de escasez. El ensilado es el alimento para animales que resulta de la preservación anaeróbica de forrajes húmedos o residuos agrícolas por acidificación, la cual puede llevarse a cabo mediante la aplicación directa de ácidos o por la producción de los mismos durante la fermentación. (34)

Ensilar el forraje es relativamente sencillo a pesar de las condiciones ambientales, además los forrajes preservados por este método son una fuente barata de alimentos durante la época de sequía.

Al ensilar un forraje se lleva a cabo en el silo una fermentación que consiste en dos procesos diferentes: la respiración de las células de las plantas ensiladas y la actividad de los microorganismos como bacterias productoras de ácido láctico.

Aun después de haber cortado la planta, sus tejidos continúan respirando y durante este proceso las plantas utilizan el oxígeno disponible y eliminan dióxido de carbono; lo que pasa en realidad es que algunos hidratos de carbono y hasta cierto punto también grasas, proteínas y carbohidratos sufren oxidación, liberando energía en forma de calor. Debido a que el forraje está acumulado, se presenta un aumento notable de temperatura en el mismo. Si el forraje acumulado permite la presencia o paso de aire a través de él este proceso continúa.

Una vez que ha sido consumido el oxígeno presente termina la respiración aerobia de los tejidos vegetales allí almacenados y las células de los mismos mueren eliminando materias solubles como carbohidratos, grasas y proteínas; esto determina la proliferación de bacterias que pueden vivir en ausencia de oxígeno.

Dichas bacterias, por medio de enzimas atacan los carbohidratos, grasas y proteínas, convirtiéndolos en ácidos orgánicos, los cuales son de gran importancia para la preservación del ensilaje. Junto con otros tipos, dos grupos importantes de bacterias son las que se encuentran presentes en el ensilaje: lactobácilos y bacterias productoras del ácido butírico. Los lactobácilos resisten un grado de acidez mayor que las demás bacterias, siendo deseable un incremento rápido de éste para inhibir el desarrollo de otro tipo de bacterias cuyos productos de degradación no son deseables en contraste con los producidos por las del ácido láctico, como bacterias del ácido butírico las cuales normalmente crecen con un pH mayor de 4.2.

Si estas bacterias llegan a desarrollarse, producen varios ácidos volátiles, hidrógeno y bióxido de carbono, digieren las proteínas convirtiéndolas en derivados del amoníaco, lo cual representa una pérdida de nutrientes e incluso puede causar trastornos al ganado. Algunos otros ácidos grasos volátiles y no volátiles son producidos por otras bacterias, por lo que es deseable una acidificación rápida para llegar a un pH de 4.2 o menos. (20, 35)

La reducción de pH en el ensilaje depende del tipo de forraje, de su contenido de carbohidratos y proteínas, así como de una población adecuada de bacterias lácticas. (30)

Para obtener un ensilaje de buena calidad, deben prevalecer condiciones anaeróbicas y condiciones favorables para la actividad de las bacterias del ácido láctico, ya que la presencia de aire en el material ensilado permite que se continúe el proceso respiratorio de las células de la planta por la captación de nitrógeno atmosférico con la consiguiente pérdida de nutrientes, desarrollo de hongos y un aumento excesivo de la temperatura en el material ensilado; por lo tanto, deben tomarse las medidas adecuadas para excluir el aire tanto como sea posible manteniendo el cultivo en un lugar herméticamente cerrado.

Pueden ensilarse una gran variedad de cultivos, algunos son sembrados con este propósito y otros son ensilados para aprovechar excedentes estacionales. Las características ideales para la preservación de algún forraje son: contener un nivel adecuado de substratos fermentables como carbohidratos solubles en agua, baja capacidad amortiguadora, contenido de materia en fresco de más de 20%, una buena capacidad de compactación después de cosechados para ensilarse. Algunos cultivos forrajeros no cumplen todos estos requisitos provocando así la necesidad de utilizar aditivos para su ensilaje. (20)

Uno de los inconvenientes de ensilar la caña de azúcar, lo constituye el tipo de fermentación que se produce debido al alto contenido de azúcares, ya que durante el proceso de ensilaje se sintetizan cantidades significativas de alcohol, que obstaculizan la utilización eficiente de esta. Aparentemente el medio ácido producido en estas fermentaciones favorece el desarrollo de levaduras, las cuales dan como producto de degradación etanol; y bajo estas condiciones algunos estudios han demostrado que el consumo de la caña de azúcar por el animal disminuye significativamente, por lo que se ha sugerido que si artificialmente se controla el pH se evita la proliferación de microorganismos no deseados. (14)

En diferentes trabajos realizados sobre la manipulación de la fermentación del ensilaje de la caña de azúcar con productos químicos, varios autores dedujeron que sustancias alcalinas como hidróxido de sodio (NaOH) son capaces de modificar el proceso fermentativo del ensilaje. Utilizando diferentes concentraciones de álcali, concluyeron que la proporción de 4% de NaOH en base seca resultó ser satisfactoria, dado que la fermentación alcohólica se redujo, y hubo un aumento en la fermentación del ácido láctico 10 veces más en relación al testigo. En el análisis de fracciones de fibra se observó una reducción de la hemicelulosa y la digestibilidad "in vitro" fue más alta. (39)

Varios autores citados por Gleaves (1981) sugieren que la adición de NaOH a la caña de azúcar fresca o ensilada incrementa el consumo, ya sea al controlarse la producción de alcohol en el ensilado o bien por su posible acción en el metabolismo ruminal. (14)

Al realizarse un experimento con el fin de examinar el efecto de la adición de diferentes niveles de NaOH a ensilajes de caña de azúcar en microsilos, no se encontraron diferencias en los distintos tratamientos en cuanto a materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, elementos libres de nitrógeno, total de nutrientes digestibles y lignina.

Sin embargo, existió diferencia en el porcentaje de fibra cruda, la cual disminuyó al incrementar el nivel de NaOH. También se presentaron diferencias en los porcentajes de fibra ácido detergente, lignina y celulosa, los que se aumentaron en los tratamientos con concentraciones más bajas de NaOH. Estos porcentajes disminuyeron al incrementarse la concentración de NaOH, posiblemente porque la hemicelulosa desaparece conforme se incrementa la concentración de NaOH debido a que el pH que prevalece en estas concentraciones es más apropiado para que se incremente el número de bacterias con capacidad hemicelulolítica. Por lo tanto, concluyeron que un nivel de 4% de NaOH tiene un efecto directo sobre la lignina y la celulosa, ya que una mayor concentración provocaría un aumento del pH ocasionando que bacterias existentes, como las que producen una fermentación de tipo láctico, no logren sobrevivir y no se obtenga una fermentación esperada con este tipo de forrajes. (14)

Cuarón et al. (1976), alimentaron borregos con caña de azúcar ensilada con NaOH al 4%, encontrando diferencias en el consumo de alimento y en los incrementos de peso vivo con respecto a los animales que consumieron ensilados de caña sin aditivo. (10)

En otros estudios en los que se intentó inhibir la producción de alcohol de ensilados de caña azúcar con urea y amoníaco, los resultados no fueron completamente satisfactorios, ya que el consumo de caña de azúcar con aditivos fue superior al ensilado sin aditivo, pero menor al consumo de caña fresca. (36, 2)

El empleo de sales de amoníaco o de sodio, permiten inhibir la fermentación alcohólica. En un trabajo donde se estudió el comportamiento de bovinos alimentados con ensilados de punta de caña de azúcar con y sin la adición de NaOH, la ganancia de peso diario fue superior ($P > 0.05$) con el ensilado y aditivo. Sin embargo, la ganancia de peso no parece atribuirse a un aumento en el consumo de forraje sino que al lograr la fermentación láctica de este, aumenta la eficiencia energética del producto en relación al ensilado sin aditivo. (7)

Por otra parte, en evaluaciones que se realizaron con diferentes aditivos en ensilajes de puntas de caña, los cuales fueron: urea al 5%, mezcla de urea y melaza, y melaza sola; se encontró que los consumos de alimentos fueron superiores con los aditivos de la mezcla de melaza y urea, que con la melaza sola. (39)

El uso de amoníaco también ha demostrado efectos positivos en comparación con otros aditivos como hidróxido de calcio y miel final, en ensilados de punta de caña. (6)

La roca fosfórica también ha sido utilizada como aditivo en el ensilaje de caña de azúcar, combinados con sulfato de amonio e hidróxido de amonio en distintas proporciones, logrando incrementar la concentración de ácido láctico y altos valores de grados Brix con relación al testigo. (21)

En un estudio en el que se realizaron tres experimentos para evaluar el efecto de adicionar NaOH al momento de ensilar caña de azúcar en el consumo voluntario, crecimiento y fermentación ruminal en ovinos, se obtuvieron mayores ganancias de peso y un mayor consumo voluntario de caña con NaOH al 4%, y la producción de ácido propiónico en el rumen fue significativamente mayor en estos animales que en los que consumieron ensilados sin aditivos, por lo que los autores dedujeron que las diferencias en aumento de peso fueron el resultado no solo de la mayor cantidad de ensilado consumido, sino también del mayor porcentaje de ácido propiónico, el cual pudo haberse debido a que ensilajes con NaOH contenían una mayor cantidad de ácido láctico el cual es precursor del propionato. (39)

En un trabajo realizado con novillos para engorda en condiciones de trópico seco, se comparó el valor nutritivo del ensilado de caña de azúcar contra ensilado de sorgo como fuentes de forraje. Los animales consumieron también un suplemento con 33% de proteína cruda. No se obtuvieron diferencias en la conversión alimenticia, pero los animales alimentados con caña de azúcar tuvieron mayores ganancias de peso que los que consumieron ensilado de sorgo. (25)

De lo anteriormente expuesto, puede resumirse que la fermentación alcohólica en ensilados de caña de azúcar ha logrado inhibirse con la adición de soluciones como hidróxido de sodio (NaOH), ácidos minerales, soluciones donadoras de amoníaco y otras; aunque los resultados no han sido completamente satisfactorios, ya que los compuestos químicos incrementan considerablemente los costos de producción, además que no aportan cantidades significativas de algún nutriente a excepción de los donadores de amoníaco como la urea.

El uso de excretas en ensilados de caña ha sido escasamente investigado. Sin embargo, debido a su valor alimenticio y al bajo costo de éstas; se debe considerar el alto potencial que pueden proporcionar los desechos orgánicos para ser reutilizados en la alimentación animal.

Las excretas han sido consideradas como contaminantes ambientales debido a los grandes volúmenes producidos, por el olor y residuos de materia orgánica que afectan la calidad de agua del subsuelo. Las principales formas de utilización en el reciclaje de los desechos orgánicos son: excretas frescas, deshidratadas, ensiladas o sometidas a algún otro tratamiento. La digestibilidad "in vivo" de materia seca, materia orgánica y nitrógeno de la excreta están influenciadas por la especie animal de la cual provienen, la forma de recolección, el manejo y procesado de estas. (12)

En base a lo mencionado anteriormente, se han realizado trabajos de investigación con excretas de diferentes especies. En un experimento realizado para determinar la fermentabilidad de diferentes muestras de estiércol de cerdo combinadas con grano molido de sorgo, melaza de caña de azúcar y un inóculo de bacterias lácticas, se determinó en base a los resultados, que el estiércol de cerdo puede utilizarse en la alimentación animal después de un período de fermentación de 9 días y de preferencia con una mezcla de sorgo y melaza para obtener una reducción de pH adecuada y mejores ganancias de peso vivo. (29)

Al realizarse un trabajo con planta de maíz y dos niveles de estiércol de cerdo y bovino (20 y 40%), se determinó la composición química y valor nutricional en la alimentación de rumiantes; encontrándose que en los ensilados con estiércol disminuyó el porcentaje de fibra y aumentó el porcentaje de proteína con relación a los ensilados que no lo contenían. Los autores concluyeron que los ensilados con estiércol tienen un mayor nivel nutritivo para la alimentación del ganado que la planta de maíz ensilada sin estas, además de notarse que el mejor tratamiento por su composición química fue el ensilaje con 20% de estiércol de cerdo. (23)

En un trabajo donde se evaluó el efecto de la inclusión de estiércol de bovino en dietas para ovinos no se obtuvieron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el consumo de alimento. Sin embargo, el análisis de costos demuestra que con estas, se redujeron considerablemente los costos por concepto de alimentación. (9)

En el Estado de Morelos se realizó un trabajo de investigación utilizando melaza y gallinaza en raciones balanceadas para ganado ovino, incorporado a un modelo educativo. Además de obtener una reducción en los costos de alimentación, se obtuvieron ganancias de 169 gr. por día vs. 102 gr. por día del grupo testigo. (8)

La gallinaza es una mezcla de heces, orina, plumas y residuos de alimentos. Su composición química estará determinada por la condición fisiológica de las aves, la composición química del alimento y el tipo de recolección de las excretas. Del total de nitrógeno contenido en la gallinaza en forma de proteína cruda; el 35% está en forma de proteína verdadera, el resto es nitrógeno no proteínico constituido por 80% de ácido úrico y 20% en forma de urea, amoníaco y otros. Es por esto que las excretas de las aves, pueden ser utilizadas como un aditivo de bajo costo para ensilados. (12)

Se debe considerar el contenido de minerales, ya que niveles altos de estos disminuyen la digestibilidad del resto de los nutrientes de la dieta y el consumo voluntario. Además, pueden causar trastornos digestivos por su acumulación en el rumen, principalmente cuando gran parte de las cenizas son insolubles.

Debido a que se conoce poco el perfil mineral de las excretas avícolas, se realizó un trabajo de muestreo, con el fin de cuantificar el contenido de algunos macro y micro minerales presentes en las excretas de aves de diferentes granjas, encontrándose que todo el contenido de los macro minerales cuantificados en las excretas, son apropiados para el consumo por los rumiantes. En cuanto a Mn, Fe, Zn y Co se encontraron en niveles muy elevados, por lo tanto potencialmente tóxico, sobre todo para los ovinos; más no se detectó efecto por el tipo de cama sobre el contenido de minerales de las excretas avícolas. (22)

La forma y niveles del uso de la gallinaza en las raciones para la alimentación de los rumiantes depende de los otros componentes de la dieta y sus proporciones. En diferentes trabajos realizados con ensilados de rastrojo de maíz, los niveles de gallinaza adicionados variaron del 4 al 20% en base húmeda del forraje. (12)

En un trabajo realizado con ensilado de puntas de caña de azúcar y 4% de gallinaza en base húmeda, se obtuvieron como resultados un mayor consumo de alimento, mayor ganancia de peso y una mejor conversión alimenticia en novillos de engorda comparados con animales que consumieron ensilado de puntas de caña sin gallinaza. (5)

Liceaga et al. (1987) realizaron pruebas de comportamiento con borregos pelibuey en etapa de finalización en confinamiento con diferentes niveles de la mezcla de gallinaza en dietas integrales. Se obtuvieron como resultado mayores ganancias de peso y mejor conversión alimenticia con la combinación de niveles bajos de gallinaza (15%) y altos de melaza (25%).
(12)

Cuando se ensilaron puntas de caña con diversos aditivos como melaza, urea, NaOH o gallinaza se encontraron diferencias en el tratamiento con gallinaza como aditivo sobre los demás tratamientos, mejorando los valores de grados Brix y el porcentaje de materia seca.
(1)

El beneficio del uso de la gallinaza en la alimentación animal es bien conocido, ya que proporciona buenas cantidades de nitrógeno no proteico asimilable por los rumiantes, por lo que su utilización en ensilajes tiene una amplia perspectiva de uso ya que incrementa el valor nutricional de estos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los diferentes sistemas de producción animal, la utilización de ensilados para la alimentación de los rumiantes es un método viable, ya que el ensilaje se ha considerado como una importante forma de conservar los alimentos, debido a que en la medida que crece la producción de una cosecha de hierba o forraje se alcanza un grado de madurez que modifica su valor nutricional, además de la disponibilidad estacional de grandes volúmenes de forraje que no alcanzan a ser utilizados.

El uso de la caña de azúcar para la alimentación animal es una excelente opción para ser aprovechada todo el año y durante el periodo de sequía por su disponibilidad y la característica de tener un buen valor nutricional durante esta época, siendo una buena alternativa debido a la escasez de forraje verde que se presenta.

El ensilaje de caña de azúcar presenta el inconveniente de la conversión de azúcares en alcohol, y aunque ha logrado inhibirse este efecto adicionando compuestos químicos como NaOH, ácidos minerales, soluciones donadoras de amoníaco y otras, los costos se incrementan considerablemente, y al adicionárselos no se aportan cantidades significativas de nutrientes.

Otro método utilizado para inhibir la conversión de alcohol es la adición de excretas como la gallinaza al ensilado. Sus costos no son altos y aumentan el valor nutricional. Dado lo anterior es necesario obtener información para la utilización de la caña de azúcar con excretas.

JUSTIFICACION

Los métodos de conservación de forrajes como el ensilaje son una alternativa para disponer de alimento sobre todo durante la época de sequía cuando hay escasez de alimento o cuando se tienen excedentes y el ganado no alcanza a consumir el total del forraje antes de que alcance su madurez.

La caña de azúcar es una planta que se adapta bien a regiones tropicales y subtropicales, es rica en carbohidratos (más del 68% del peso seco de la caña), y tiene buena digestibilidad cuando no se utiliza en estado de madurez avanzado.

Una alternativa para utilizar la caña que queda en pie por falta de capacidad del ingenio para molerla durante el tiempo que dura la zafra y la que se siembra libre de crédito de estos, es ensilarla para utilizarla en la alimentación de rumiantes.

Cuando la caña de azúcar se destina al ganado, por lo general se corta y se sirve el mismo día, lo cual incrementa los costos por mano de obra y la consiguiente pérdida de tiempo. Por otra parte, el almacenar la caña por algunos días para evitar la labor diaria provoca que la caña se fermente rápidamente y por lo tanto, se favorece la conversión de azúcares en alcohol.

Para evitar este efecto se han utilizado diferentes compuestos químicos como aditivos, pero estos incrementan el costo del ensilado y no aportan cantidades significativas de nutrientes. Otra alternativa para evitar la conversión de azúcares en alcohol es el uso de excretas de animales. En ensilajes de caña son escasos los trabajos de investigación que se han realizado.

Proporcionar gallinaza como aditivo puede ser una alternativa, ya que esta proporciona buenas cantidades de nitrógeno no proteico asimilable por los rumiantes y evita la conversión de azúcares en alcohol, además su costo es bajo e incrementa el valor nutritivo del ensilado de caña de azúcar.

HIPOTESIS

La adición de diferentes niveles de gallinaza modifica favorablemente los patrones de fermentación y el nivel nutricional del ensilado de caña de azúcar, por lo que estos ensilados son una alternativa viable para utilizarse en la alimentación de rumiantes.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la composición nutricional de la adición de diferentes niveles de gallinaza en ensilados de caña de azúcar.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Evaluar el efecto de la adición de diferentes niveles de gallinaza en distintos tiempos de fermentación de ensilajes de caña de azúcar.
2. Buscar una alternativa para mejorar el valor nutricional de la caña de azúcar ensilada en combinación con gallinaza.

MATERIAL Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental "Clavellinas", ubicado en el Municipio de Tuxpan, Jalisco, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, los análisis químicos fueron realizados en el laboratorio de Nutrición Animal del mismo campo. El trabajo consistió en ensilar caña de azúcar Integral con diferentes porcentajes de gallinaza. Para el proceso de ensilado se utilizaron 60 microsilos con las siguientes características: se usaron botes de lámina galvanizada con capacidad de 1 galón(3.78 L), los cuales fueron recubiertos interiormente con bolsas de plástico.

La caña de azúcar se cortó y picó en partículas de 2.5-3cm de largo en una ensiladora propiedad del rancho, mezclandose posteriormente con los diferentes porcentajes de gallinaza, que fueron los siguientes: 0, 10, 20, 30 y 40%.

INGREDIENTES	NIVEL (%B.S.)				
	1	2	3	4	5
Caña entera picada	100	90	80	70	60
Gallinaza	-	10	20	30	40

El material mezclado fue compactado en las bolsas dentro de los botes y cerrado herméticamente con el fin de proporcionar condiciones anaeróbicas. Una vez ensilada la mezcla se mantuvieron los microsilos protegidos bajo techos para destaparlos posteriormente, para tomar muestras y analizarlas de acuerdo a las variables de respuesta propuestas, eliminandose las partes que estuvieron en contacto con la tapa de lámina del bote para evitar posibles contaminaciones.

Antes de ensilar se tomó una muestra por cada mezcla de caña y gallinaza por nivel de inclusión (tiempo 0). Con el objeto de conocer los cambios en el proceso de fermentación a los 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días, se destaparon dos microsilos por nivel de inclusión con lo que se obtuvo un total de 65 observaciones por variable.

Los análisis químicos se realizaron a los ingredientes por separado, de los cuales se determinaron proteína cruda, humedad (por estufa), nitrógeno no proteico (de la gallinaza), y material mineral; en base a las técnicas descritas por la A.O.A.C. (1990); y las fracciones de fibra y lignina descritas por las técnicas de Goering, H. K. y Van Soest (1975). (3, 17)

En los ingredientes mezclados antes de ensilar, se determinó humedad (por estufa), proteína cruda, nitrógeno no proteico y pH en base a las técnicas descritas por la A.O.A.C. (1990); y fracciones de fibra y lignina descritas por las técnicas de Goering, H. K. y Van Soest (1975). (3, 17)

Al destapar los microsilos durante el proceso de ensilaje se determinó humedad (por tolueno), proteína cruda, nitrógeno no proteico y material mineral base a las técnicas descritas por la A.O.A.C. (1990); fracciones de fibra cruda y lignina en base a las técnicas descritas Goering, H. K. y Van Soest (1975); y digestibilidad "in situ" de la materia seca y materia orgánica en base a las técnicas descritas por Orskov (1979). (3, 17, 24)

ANALISIS ESTADISTICO

Se hizo un análisis de varianza de un diseño completamente al azar, con un arreglo factorial de 5 x 7, en donde se evaluó el nivel de inclusión de los diferentes porcentajes de gallinaza a distintos tiempos de fermentación por variable, con dos repeticiones por tratamiento. Las diferencias entre medias fueron detectadas con una prueba de diferencia mínima significativa. (33)

VARIABLES DE RESPUESTA

A) A los ingredientes por separado

Humedad (por estufa)

Proteína cruda

Nitrógeno no proteico (gallinaza)

Fracciones de fibra (caña de azúcar)

Material Mineral

Digestibilidad "in situ" de la materia seca y orgánica

B) A los ingredientes mezclados antes de ensilar

Humedad (por estufa)

Proteína cruda

Nitrógeno no proteico

Fracciones de fibra y lignina

Material Mineral

pH

Digestibilidad "in situ" de la materia seca y orgánica

C) Al destapar los microsilos durante el proceso de ensilado

Húmedad (por tolueno)

Proteína cruda

pH

Nitrógeno no proteico

Material mineral

Fracciones de fibra y lignina

Digestibilidad "in situ" de la materia seca y orgánica.

RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados de los análisis de los ingredientes por separado antes de ensilar:

NUTRIENTE	INGREDIENTE (%B.S)	
	GALLINAZA	CAÑA DE AZUCAR
Proteína Cruda	30.01	4.26
Materia Mineral	24.96	5.59
Fibra Detergente Neutro	47.08	55.36
Fibra Detergente Acido	33.77	32.54
Lignina	2.66	2.56
Celulosa	3.69	26.95
Hemicelulosa	13.31	22.82
Digestibilidad de la materia seca	75.09	72.82
Digestibilidad de la materia orgánica	73.74	73.32
Nitrógeno no proteínico	.56	.10
Humedad	12.70	76.55

En los siguientes cuadros se muestran los resultados obtenidos de los análisis estadísticos de cada variable para los distintos porcentajes de inclusión de gallinaza, los diferentes tiempos de fermentación y la interacción de ambos factores.

Para Materia Seca (MS) se encontró efecto por nivel de inclusión, ya que conforme se incrementó la cantidad de gallinaza (cuadro 1), aumentó el porcentaje de está ($P < 0.01$); sin embargo, no se encontraron diferencias para los tiempos de fermentación ($P > 0.01$) ni la interacción de ambos factores ($P > 0.05$), (cuadro 2 y 3 respectivamente).

El contenido de Proteína Cruda (PC) se incrementó linealmente ($P < 0.01$) conforme se aumentó el nivel de gallinaza en los ensilados (cuadro 1) y el tiempo de fermentación ($P < 0.01$) (cuadro 2). En la interacción de ambos factores se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.01$) aumentando el contenido de proteína conforme se incrementó el nivel de gallinaza y el tiempo de fermentación (cuadro 4).

Para Material mineral (MM) se encontraron diferencias estadísticas para el nivel de inclusión de gallinaza ($P < 0.01$) y los tiempos de fermentación ($P < 0.01$), incrementándose el contenido de MM conforme se adicionó mayor cantidad de gallinaza (cuadro 1) y conforme se incrementaron los tiempos de fermentación (cuadro 2). Se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.03$) en la interacción de ambos factores, mostrando una tendencia creciente de MM conforme se aumentó la cantidad de gallinaza y se incrementaron los tiempos de fermentación (cuadro 5).

Para Fibra Detergente Neutro (FDN) se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.01$) por nivel (cuadro 1) y tiempo (cuadro 2), conforme se incrementó el porcentaje de gallinaza disminuyó la cantidad de FDN y se detectó un efecto cúbico descendente conforme se incrementaron los tiempos de fermentación. También se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.01$) en la interacción de ambos factores observándose un efecto cuadrático (cuadro 6).

Para Fibra Detergente Acida (FDA) se encontraron diferencias estadísticas por porcentaje de inclusión de gallinaza y tiempos de fermentación ($P < 0.01$), observándose un efecto cúbico ascendente para el nivel de gallinaza (cuadro 1) y un aumento de FDA por tiempo de fermentación (cuadro 2). Se encontró efecto en la interacción entre nivel y tiempo de fermentación ($P < 0.02$), conforme estos aumentaron disminuyó el porcentaje de FDA (cuadro 7)

Para Lignina (LIG) se encontraron diferencias estadísticas para nivel y tiempo ($P < 0.01$), observándose un efecto cúbico ascendente en cuanto al nivel de inclusión de gallinaza (cuadro 1) y un aumento de LIG conforme se incrementaron los tiempos de fermentación (cuadro 2). Se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.01$) en la interacción de ambos factores, donde se observó que al aumentar la cantidad de gallinaza y los tiempos de fermentación, aumentó el porcentaje de LIG (cuadro 8).

Para Celulosa (CEL) se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.01$), la cual se disminuyó conforme se incrementó el porcentaje de gallinaza (cuadro 1) y los tiempos de fermentación (cuadro 2). Se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.01$) en la interacción del nivel y tiempo, aumentando la cantidad de CEL conforme se incrementó la cantidad de gallinaza y el tiempo de fermentación, (cuadro 9).

Para Hemicelulosa (HEM) se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.01$), la cual disminuyó conforme se incrementó el porcentaje de gallinaza (cuadro 1) y el tiempo de fermentación (cuadro 2). Se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.01$) observándose un efecto cúbico descendente en la interacción de ambos factores, donde la HEM tuvo una tendencia decreciente conforme se incrementaron los niveles de gallinaza y los tiempos de fermentación (cuadro 10).

Se encontraron diferencias estadísticas para la Digestibilidad de la Materia Seca (DMS), la cual aumentó conforme se incrementó el porcentaje de gallinaza (cuadro 1) y los tiempos de fermentación (cuadro 2). En la interacción de ambos factores hubo diferencias estadísticas ($P < 0.01$) encontrando un efecto cuadrático cuya tendencia fue un incremento de la DMS conforme se aumentaba el nivel de inclusión de gallinaza y los tiempos de fermentación (cuadro 11).

Se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.01$) para la Digestibilidad de la Materia Orgánica (DMO), la cual aumentó conforme se incrementó el nivel de gallinaza (cuadro 1) y el tiempo de fermentación (cuadro 2). Se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.03$) en la interacción de ambos factores observándose un efecto cuadrático donde la tendencia fue un incremento de la digestibilidad de la MO conforme se incrementó la gallinaza y los tiempos de fermentación (cuadro 12)

Para pH se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.01$), el cual aumentó conforme se incrementó la cantidad de gallinaza (cuadro 1) y presentó un efecto cúbico descendente en los tiempos de fermentación (cuadro 2). Se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.01$) por la interacción de ambos factores, la cual está dada principalmente por los niveles de inclusión de gallinaza (cuadro 13).

Se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.01$) para nitrógeno no proteínico, el cual aumento conforme se incrementó la cantidad de gallinaza (cuadro 1) y los tiempos de fermentación (cuadro 2). También hubo diferencias estadísticas ($P < 0.01$) para la interacción de ambos factores, donde el aumento de NNP esta influenciado por el incremento de los diferentes niveles de gallinaza (cuadro 14).

Para Sílice no se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0.01$) por el nivel de inclusión de gallinaza (cuadro 1); para el tiempo de fermentación se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.01$) observándose un efecto cuadrático descendente conforme se incrementaba el tiempo (cuadro 2). Se encontró interacción entre ambos factores ($P < 0.01$) donde el factor influyente fueron los tiempos de fermentación cuyo efecto cuadrático muestra una tendencia a disminuir conforme se incrementa el tiempo (cuadro 15).

CUADRO 1 EFECTO DEL NIVEL DE INCLUSION DE LOS DIFERENTES PORCENTAJES DE GALLINAZA A ENSILADOS DE CAÑA DE AZUCAR

VARIABLES	NIVEL DE INCLUSION										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	P	
MS	24.27	a	25.82	b	27.36	b	31.05	c	31.87	c	0.01
PC	4.85	a	7.66	b	10.41	c	12.24	d	14.57	e	0.01
MIN	7.36	a	10.31	b	13.3	c	14.11	d	15.97	e	0.01
FDN	69.72	a	65.17	b	64.62	c	59.43	c	57.58	d	0.01
FDA	41.37	a	41.51	a	43.07	a	30.5	a	39.62	a	0.01
LIG	4.75	a	7.38	b	8.49	c	7	b	7.56	b	0.01
CEL	33.09	a	29.78	a	27.39	b	24.67	c	28.89	d	0.01
HEM	28.34	a	23.66	b	21.71	b	20.92	b	17.96	c	0.01
DMS	58.47	a	61.39	a	60.2	a	67.71	b	68.94	b	0.01
DMO	60.23	a	62.25	a	60.75	a	68.58	b	69.27	b	0.01
pH	3.69	a	3.9	b	4.15	c	4.23	d	4.56	e	0.01
NNP	0.073	a	0.117	b	0.151	c	0.228	d	0.289	e	0.01

CUADRO 2 EFECTO DE LOS DIFERENTES TIEMPOS DE FERMENTACION EN LOS ENSILADOS DE CAÑA DE AZUCAR - GALLINAZA

VARIABLES	TIEMPOS DE FERMENTACION												P		
	0	7		14		21		28		35		42			
MS	29.79		27.32		27.43		27.84		28.09		28.77		27.25	0.01	
PC	7.84	f	9.88	g	9.94	g	9.69	g	10.17	gh	11.3	hi	10.79	i	0.01
MIN	11.49	h	11.59	h	12.09	gh	12.03	h	12.71	g	12.76	fg	12.79	f	0.01
FDN	62.12	h	62.5	gh	64.22	fg	64.5	f	63.68	g	64.96	f	61.13	h	0.01
FDA	38.79	f	40.23	f	40.85	fg	40.37	g	41.29	g	42.4	g	41.76	g	0.01
LIG	6.63	g	6.39	g	6.62	g	7.11	g	6.87	g	7.09	g	8.61	f	0.01
CEL	21.87	g	28.5	g	30.12	fg	28.76	g	29.4	f	28.98	g	28.11	h	0.01
HEM	23.33	f	22.27	fg	23.4	f	24.12	f	22.38	f	22.56	f	19.56	g	0.01
DMS	69.81	f	60.88	h	60.84	h	61.86	h	62.92	gh	63.69	g	63.69	g	0.01
DMD	69.47	f	61.48	h	65.22	g	64.42	g	63.18	h	62.49	h	63.24	gh	0.01
pH	6.07	f	3.81	g	3.82	g	3.71	h	3.79	g	3.8	g	3.75	h	0.01
NNP	0.12	i	0.172	gh	0.154	h	0.158	h	0.198	fg	0.182	g	0.217	f	0.01
Si			3.77	b	4.25	b	4	b	5.62	a	5.32	a	3.68	b	0.01

CUADRO 3. EFECTO ENTRE NIVEL DE GALLINAZA (%) Y TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS) PARA MATERIA SECA

TIEMPO DE FERMENTACION	NIVEL DE INCLUSION				
	0	10	20	30	40
0	23.45	30	30	32	33.5
7	22	24.75	28	30	31.85
14	24.19	25.25	26.37	30.5	30.87
21	26.5	25	25.37	30.62	31.75
28	25.25	24.62	26.25	31.75	32.62
35	23	25.62	30	32.25	33
42	25.25	25.5	25.5	30.25	29.5

No se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0.01$)

CUADRO 4 . EFECTO ENTRE NIVEL DE GALLINAZA (%) Y TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS) PARA PROTEINA CRUDA

TIEMPO DE FERMENTACION	NIVEL DE INCLUSION				
	0	10	20	30	40
0	4.26 j	6.88 hi	8.13 gh	9.5 g	10.43 ef
7	4.69 j	7.67 h	10.13 f	12.35 de	14.56 c
14	4.52 j	7.85 h	9.91 fg	12.29 e	15.15 bc
21	4.8 j	7.93 h	12.2 f	11.93 e	13.6 cd
28	4.73 j	7.58 h	10.37 f	12.89 d	15.31 b
35	5.43 j	7.73 h	12.47 d	13.57 d	17.33 a
42	5.5 ij	8 h	11.68 e	13.13 d	15.64 b

a, b, c, d, f, g, h, i, j Literales distintas indican diferencias estadísticas (P<0.01)

CUADRO 5. EFECTO ENTRE NIVEL DE GALLINAZA (%) Y TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS) PARA MATERIA MINERAL

TIEMPO DE FERMENTACION	NIVEL DE INCLUSION									
	0	10	20	30	40					
0	5.59	k	9.53	hi	13.01	e	14.05	d	15.31	bc
7	7.2	jk	10.76	gh	11.59	fg	13.32	e	15.1	c
14	7.57	i	10.68	h	13.35	de	13.13	e	15.74	b
21	7.54	j	99.9	h	12.39	ef	14.39	d	15.97	b
28	7.91	j	10.52	h	14.22	d	14.14	d	16.76	ab
35	7.61	j	10.7	h	14.4	cd	15.03	c	16.08	b
42	8.1	ij	10.11	h	14.19	d	14.72	c	16.86	a

a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k Literales distintas indican diferencias estadísticas (P<0.03)

CUADRO 6. EFECTO ENTRE EL NIVEL DE GALLINAZA (%) Y TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS) PARA FIBRA DETERGENTE NEUTRO

	TIEMPO DE FERMENTACION		NIVEL DE INCLUSION							
		0	10	20	30	40				
0	55.36	ef	67.6	c	68.2	bc	59.35	e	60.13	e
7	71.67	b	62.77	d	63.12	d	56.78	e	58.18	e
14	72.46	b	65.68	c	63.96	d	59.86	e	59.17	e
21	73.73	a	66.78	c	64	cd	59.47	e	58.54	e
28	71.63	b	65.69	c	63.58	d	58.73	e	58.77	e
35	72.98	ab	67.5	c	65.25	c	65.08	c	54.03	g
42	70.21	b	60.19	de	64.22	c	56.74	e	54.3	fg

a, b, c, d, e, f, g Literales distintas indican diferencias estadísticas (P<0.01)

CUADRO 7. EFECTO ENTRE NIVEL DE GALLINAZA (%) Y TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS) PARA FIBRA DETERGENTE ACIDA

TIEMPO DE FERMENTACION	NIVEL DE INCLUSION				
	0	10	20	30	40
0	32.54 d	41.27 b	42.75 b	38.31 c	39.09 c
7	43.11 b	40.62 c	42.16 b	37.06 cd	38.22 c
14	45.49 a	42.16 b	41.9 b	36.28 d	38.42 c
21	40.25 c	39.66 c	42.49 b	38.98 c	40.5 c
28	40.26 c	42.15 b	43.99 b	39.28 c	40.8 bc
35	43.94 b	43.32 b	44.72 ab	39.25 c	40.79 c
42	44.04 b	41.39 b	43.48 b	40.38 c	39.55 c

a, b, c, d Literales distintas indican diferencias estadísticas ($P < 0.02$)

CUADRO 8. EFECTO ENTRE NIVEL DE GALLINAZA (%) Y TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS) PARA LIGNINA

TIEMPO DE FERMENTACION	NIVEL DE INCLUSION					
	0	10	20	30	40	
0	2.56 f	6.82 d	8.74 c	7.68 c	7.36 d	
7	4.08 f	6.56 d	7.78 c	6.23 d	7.29 d	
14	5.56 e	8.69 c	8.15 c	4.96 e	5.72 e	
21	4.5 f	6.35 d	8.26 c	8.08 c	8.37 c	
28	5.16 e	6.36 d	7.45 cd	7.61 c	7.75 c	
35	4.53 ef	9.72 b	10.2 ab	5.21 e	5.81 de	
42	6.92 d	7.2 d	8.97 dc	9.28 b	10.69 a	

a, b, c, d, e, f Literales distintas indican diferencias estadísticas ($P < 0.01$)

CUADRO 9. EFECTO ENTRE NIVEL DE GALLINAZA (%) Y TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS) PARA CELULOSA

	TIEMPO DE FERMENTACION									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	26.95	30.27	21.22	17.79	13.12					
7	34.19	28.92	28.82	25.06	25.53					
14	34.94	32.08	29.32	26.94	27.36					
21	35.6	29.2	26.34	25.89	26.79					
28	31.93	30.07	29.52	26.72	28.79					
35	33.72	27.96	26.55	27.77	28.92					
42	34.34	29.98	29.98	22.52	23.73					

a, b, c, d, e, f Literales distintas indican diferencias estadísticas ($P < 0.01$)

CUADRO 10. EFECTO ENTRE NIVEL DE GALLINAZA (%) Y TIEMPO DE FERMENTACION PARA HEMICELULOSA

TIEMPO DE FERMENTACION	NIVEL DE INCLUSION									
	0		10		20		30		40	
0	22.82	c	26.33	b	25.45	bc	21.04	c	21.04	c
7	28.56	b	22.15	c	20.96	c	19.72	c	19.96	c
14	26.97	b	23.52	c	22.2	c	23.57	c	20.74	c
21	33.48	a	27.12	b	21.51	c	20.49	c	18.04	d
28	31.36	ab	23.54	c	19.58	c	19.45	c	17.97	d
35	29.04	b	24.18	c	20.53	c	25.83	b	13.23	d
42	26.17	b	18.8	cd	21.74	c	16.35	d	14.75	d

a, b, c, d Literales distintas indican diferencias estadísticas (P<0.01)

CUADRO 11. EFECTO ENTRE NIVEL DE GALLINAZA (%) Y TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS) PARA DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA

TIEMPO DE FERMENTACION	NIVEL DE INCLUSION									
	0		10		20		30		40	
0	72.82	ab	64.5	c	66.04	b	72.37	b	73.36	a
7	53.14	e	60.18	d	57.79	e	65.73	c	67.58	b
14	54.71	e	57.78	e	58.62	de	66.04	c	67.06	c
21	55.08	e	60.77	d	58.06	e	67.66	b	67.74	b
28	60.2	d	61.42	d	60.05	d	64.12	c	68.81	b
35	59.45	d	62.89	cd	60.5	d	67.44	bc	68.18	c
42	53.9	e	62.22	d	60.35	d	70.65	b	71.33	b

a, b, c, d, e Literales distintas indican diferencias estadísticas ($P < 0.01$)

CUADRO 12. EFECTO ENTRE NIVEL DE GALLINAZA (%) Y TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS) PARA DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA ORGANICA

	NIVEL DE INCLUSION				
	0	10	20	30	40
0	73.32 a	64.3 c	66.26 c	71.66 a	71.82 a
7	56.36 e	60.02 d	58.06 e	65.3 c	67.69 b
14	59.94 d	62.03 d	61.91 d	70.85 ab	71.4 a
21	60.7 d	62.92 c	61.15 d	68.46 b	68.91 b
28	60.93 d	61.7 d	58.42 de	67.44 b	67.43 b
35	56.1 e	62.48 c	59.57 d	66.82 bc	67.48 b
42	54.26 e	62.32 cd	59.93 d	69.52 b	70.19 b

a, b, c, d, e Literales distintas indican diferencias estadísticas ($P < 0.03$)

CUADRO 13. EFECTO ENTRE NIVEL DE GALLINAZA (%) Y TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS) PARA pH

TIEMPO DE FERMENTACION	NIVEL DE INCLUSION				
	0	10	20	30	40
0	5.52 c	5.71 b	6.44 a	6.37 a	6.32 a
7	3.38 l	3.62 ij	3.78 h	3.96 f	4.32 d
14	3.43 l	3.63 i	3.78 h	3.91 f	4.36 d
21	3.34 l	3.52 jk	3.71 hi	3.8 g	4.2 e
28	3.43 lk	3.65 i	3.8 gh	3.84 g	4.25 e
35	3.4 l	3.61 j	3.85 g	3.9 f	4.27 de
42	3.36 l	3.56 j	3.73 h	3.88 fg	4.22 e

a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l Literales distintas indican diferencias estadísticas (P<0.01)

CUADRO 14. EFECTO ENTRE NIVEL DE GALLINAZA (%) Y TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS) PARA NITROGENO NO PROTEINICO

TIEMPO DE FERMENTACION	NIVEL DE INCLUSION				
	0	10	20	30	40
0	0.099 e	0.058 f	0.095 ef	0.169 d	0.183 d
7	0.021 f	0.126 e	0.174 d	0.255 bc	0.284 b
14	0.027 f	0.099 e	0.137 e	0.21 cd	0.299 b
21	0.052 f	0.096 e	0.145 e	0.23 c	0.267 b
28	0.111 e	0.166 d	0.167 d	0.248 c	0.302 ab
35	0.081 f	0.127 e	0.162 de	0.202 d	0.341 a
42	0.123 e	0.149 e	0.18 d	0.285 b	0.35 a

a, b, c, d, e, f Literales distintas indican diferencias estadísticas ($P < 0.02$)

CUADRO 15. EFECTO ENTRE EL NIVEL DE GALLINAZA (%) Y TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS) PARA SILICE

	TIEMPO DE FERMENTACION		NIVEL DE INCLUSION							
			0	10	20	30	40	50	60	70
0					5.5	a	5.1	b	5.3	ab
7	3.1	c	3.6	b	4.75	b	3.8	b	3.6	b
14	3.65	b	3.55	b	4.35	b	4.25	b	5.45	a
21	4.8	b	2.9	c	3.75	b	3.95	b	4.6	b
28	4.8	b	6	a	6.85	a	4.9	b	5.55	a
35	7.1	a	3.35	bc	5.05	b	5.15	b	5.95	a
42	4.25	b	4.15	b	1.4	c	4.5	b	4.1	b

a, b, c Literales distintas indican diferencias estadísticas ($P < 0.01$)

DISCUSION

Para Materia Seca (MS) se encontraron diferencias significativas ($P < 0.01$) aumentando el contenido de esta conforme se incrementó la cantidad de gallinaza, lo cual puede atribuirse a que la gallinaza adicionada contenía 88% de MS en base a el análisis bromatológico previo que se realizó antes de hacer las mezclas, porcentaje similar al reportado por Richard (1992), en las tablas de análisis de Ingredientes que establecen 88.6% para el porcentaje de MS de la gallinaza. Resultados similares fueron encontrados por Alpuche et. al. (1977), los cuales realizaron varios experimentos con ensilajes de caña de azúcar con distintos aditivos siendo el mejor tratamiento el de caña-gallinaza, mejorándose significativamente el porcentaje de MS en relación a los demás aditivos ($P < 0.05$). Sin embargo no se encontraron diferencias ($P > 0.01$) en cuanto a los tiempos de fermentación, lo cual indica que fue la proporción de gallinaza incluida la que favoreció el incremento de la MS. (1, 27)

Se encontraron diferencias significativas en el contenido de Proteína Cruda (PC) para el nivel de inclusión de gallinaza en la mezcla ensilada ($P < 0.01$) el cual presentó un efecto lineal incrementándose conforme se adicionaron mayores cantidades de excreta. Resultados que contrastan con los obtenidos por Ramírez (1990), quien no obtuvo diferencias ($P > 0.05$) en el contenido de proteína total en ensilados de rastrojo de maíz con gallinaza debido a que el nivel de urea adicionado a la mezcla en el momento de ensilar cubrió el incremento de nitrógeno total de las mezclas. Debido a que el tallo de la caña de azúcar tiene un bajo contenido de proteína (Ferreiro, 1990) este efecto puede atribuirse a la gallinaza adicionada ya que del total de nitrógeno contenido en ésta en forma de PC, el 35% está en forma de proteína verdadera (Elizondo, 1990). Resultados similares a los de este trabajo fueron encontrados por Harmon et. al. (1975), quienes observaron un incremento lineal ($P < 0.01$) al aumentar la proporción de la excreta de 15 a 45% (base seca) ensilada con forraje de maíz verde. Se encontró un efecto cuadrático para tiempos de fermentación presentándose un incremento en el contenido final de proteína; lo cual pudiera atribuirse a que los micro ensilajes no hubieran sido cerrados correctamente, pero el efecto presentado por el pH señala lo contrario. Por lo tanto, suponemos que este incremento pudo deberse a un error del laboratorio en el análisis de la muestra. (12, 13, 18, 26)

El mismo efecto se presentó en el contenido de Nitrógeno no proteínico (NNP), el cual se incrementó ($P < 0.01$) conforme se le adicionaron mayores niveles de gallinaza a las mezclas ensiladas debido al alto contenido de N amoniacal. Ramírez (1990), obtuvo un efecto similar en el contenido de NNP el cual fue diferente entre tratamientos ($P < 0.05$). Es bien conocido que la gallinaza tiene un alto contenido en nitrógeno (3-6%) y que del total de este, 35% está en forma de proteína verdadera y el resto es nitrógeno no proteínico constituido por 80% de ácido úrico y 20% en forma de urea, amoníaco y otros (Shimada et al. 1986). (26, 31)

El pH presentó un incremento ($P < 0.01$) a medida que se adicionaron mayores niveles de gallinaza en los distintos tratamientos y un efecto cuadrático ascendente para los tiempos de fermentación; el cual se incrementó a medida que se adicionaron mayores niveles de gallinaza en los distintos tratamientos, encontrándose los mayores valores numéricos (4.36) a los 14 días de fermentación con un porcentaje de 40% de gallinaza; el resto de los tratamientos presentaron valores adecuados (3.36, 3.56, 3.73, 3.88 y 4.22) respectivamente, para favorecer el desarrollo de bacteria productoras de ácido láctico necesarias para asegurar la preservación de los ensilajes (Shimada et al., 1986). Resultados similares fueron obtenidos por Ramírez (1990), en ensilados de rastrojo de maíz y gallinaza en diferentes proporciones donde el pH se incrementó ($P < 0.05$) conforme se agregaban mayores porcentajes de la excreta (4.62, 4.87 y 5.00). Harmon et al. (1975), obtuvieron también un efecto similar al incrementarse los valores de pH como consecuencia del aumento de la proporción de pollinaza en ensilados de maíz verde (3.6, 3.9 y 4.2) para ensilados con 15, 30 y 45% de excreta respectivamente. En el efecto encontrado para los tiempos de fermentación se observó que numéricamente se obtuvieron niveles de pH que favorecen una fermentación adecuada para la preservación de los ensilajes. Por lo tanto, el pH se vio influenciado principalmente por los niveles de excretas agregados, ya que el hecho de que exista un pH más alto en presencia de niveles crecientes de NNP puede deberse a la capacidad amortiguadora del amoníaco libre, según Goering y Smith (1977) quienes mencionaron que los ensilados de forrajes con excretas tienen mayores requerimientos para reducir el pH que aquellos adicionados con otros aditivos utilizados como fuentes de nitrógeno. (16, 18, 26, 31)

El contenido de Material Mineral (MM) se incrementó conforme se adicionaron mayores proporciones de gallinaza y aumentaron los tiempos de fermentación ($P < 0.01$). Este aumento se debió principalmente a las proporciones de gallinaza adicionada, la cual aporta cantidades significativas de cenizas por lo que es también una fuente rica en calcio, magnesio y minerales traza (Rodríguez, 1986). (31)

Miguel et al. (1994), realizaron trabajos de muestreo para cuantificar el contenido de minerales presentes en excretas de aves de diferentes granjas encontrando el contenido de macro minerales apropiado para el consumo por los rumiantes y niveles altos de Mn, Fe, Zn y Co. Aunque hubo significancia ($P < 0.01$) para los tiempos de fermentación, se observó que numéricamente para los tratamientos por cada nivel de inclusión no hubo efecto del tiempo; lo cual supone que el incremento se debió principalmente a la cantidad creciente de gallinaza incluida. Resultados similares fueron encontrados por Ramírez (1990), el cual obtuvo un incremento en el contenido de materia mineral ($P < 0.05$) a medida que creció la cantidad de gallinaza en ensilados de rastrojo de maíz. (22, 26)

En las Fracciones de Fibra se encontraron diferencias significativas ($P < 0.01$) por el nivel de inclusión de gallinaza y los tiempos de fermentación. El contenido de paredes celulares mostró una reducción conforme se incrementó el porcentaje de gallinaza en las mezclas ensiladas lo cual pudo haberse debido a la disminución de la cantidad de la caña de azúcar que es el ingrediente que aporta las mayores proporciones de estas fracciones. Resultados similares obtuvo Ramírez (1990), quien encontró una reducción de las paredes celulares ($P < 0.05$) conforme aumentaron los niveles de gallinaza en los ensilajes de rastrojo de maíz. Sin embargo, las fracciones de Fibra Acido Detergente (FDA) y lignina (LIG) presentaron un efecto cuadrático aumentando el porcentaje de estas conforme se incluyeran cantidades de gallinaza, este proceso pudiera estar más ligado a la pérdida parcial de hemicelulosa que a la acción de hidrólisis que pudiera ejercer la gallinaza sobre la celulosa y lignina, pudiendo ser que la disminución de esta se deba a que el pH que prevaleció en estas concentraciones fue más apropiado para el incremento de bacteria con capacidad hemicelulolítica (Egaña, 1976). (11, 26)

Resultados similares obtuvieron Gleaves et al. (1981), en ensilados de caña de azúcar con distintos porcentajes de NaOH como aditivo, encontrando diferencias significativas ($P < 0.05$) para las fracciones de fibra disminuyendo el porcentaje de hemicelulosa y aumentando las fracciones de lignina y FDA ($P < 0.05$) conforme incrementaban los niveles de NaOH. También se encontraron diferencias significativas para las fracciones de FDA y LIG, las cuales incrementaron conforme aumentaron los tiempos de fermentación; lo cual pudo haberse debido a diferencias entre muestras, conteniendo probablemente alguna de ellas mayor contenido de tallos de caña los cuales presentan mayores cantidades de fibra que el resto de la planta (puntas y hojas). (14)

Silice no presentó diferencias estadísticas ($P>0.01$) por la inclusión de gallinaza; sin embargo si se encontraron diferencias significativas por los tiempos de fermentación, lo cual puede atribuirse al incremento de la FDA ya que el silice esta incluido en esta fracción (Van Soest, 1982). (38)

Para la Digestibilidad de la Materia Seca y Orgánica se encontraron diferencias significativas la cual aumentó conforme se incrementó el porcentaje de gallinaza y los tiempos de fermentación; este efecto pudo deberse a que las crecientes cantidades de excreta adicionadas disminuyeron la cantidad de la caña presente en los ensilados favoreciendo así la reducción de las fracciones de fibra, ya que la digestibilidad de un alimento (forrajes, ensilados, otros) es mayor conforme se reducen las fracciones de fibra: FDN, FDA, LIG, CEL y HEM; de las cuales solo la CEL y HEM son parcialmente digestibles para los rumiantes (Van Soest, 1982). Resultados similares fueron obtenidos por Ramírez (1990), quien aunque no encontró diferencias entre tratamientos ($P>0.05$) en ensilajes de rastrojo de maíz con gallinaza, si obtuvo altos porcentajes de digestibilidad (74.50, 74.92 y 76.47%). Urrutia et al. (1982) obtuvo una digestibilidad "in vitro" de 70.36 % en ensilados de rastrojo de maíz tratados con hidróxido de sodio al 4 %; estos autores atribuyeron tales coeficientes a la solubilización parcial de las fracciones de fibra debido al tratamiento alcalino. (37, 38)

Al momento de ensilar se observaron las características organolépticas de la caña de azúcar sola y mezclada con los diferentes porcentajes de gallinaza; la caña sola presentó una buena compactación igual que al mezclarse con los diferentes porcentajes de gallinaza. Al adicionar 10% no se percibió olor de éste debido a que fue poca la cantidad; con 20% se percibió ligero olor y fue agradable, con 30% el olor fue más intenso pero no desagradable y al adicionar 40% de gallinaza se acentuó más el olor debido al alto porcentaje agregado, sin embargo al mezclarla quedo bien distribuida.

Debido a problemas técnicos de laboratorio, no fue posible realizar mediciones del contenido de alcohol en las muestras de los ensilados. De una manera muy subjetiva, se intentó realizar una apreciación meramente física (olfatoria) y se pudo detectar diferencias entre los tratamientos en relación a su contenido de alcohol, notándose una disminución conforme aumento el contenido de gallinaza.

CONCLUSIONES

- 1.- Es posible obtener ensilados de caña de azúcar con gallinaza con características adecuadas de fermentación.
- 2.- La gallinaza presenta ventajas para ser utilizada como aditivo en ensilados de caña de azúcar debido a que aporta nutrientes, propiciando condiciones favorables para el desarrollo de una fermentación láctica para la preservación del ensilado.
- 3.- La utilización de gallinaza en ensilados de caña de azúcar mejora significativamente el contenido de nitrógeno presente en los ensilados y la digestibilidad de éstos. La mayor contribución es en el incremento de la proteína cruda.
- 4.- La gallinaza mejora la textura de los ensilados permitiendo favorables labores de compactación y preservación de los ensilados.
- 5.- Las observaciones organolépticas de los ensilados caña-gallinaza presentaron características adecuadas de una fermentación láctica.
- 6.- En base a los resultados obtenidos, proporciones de 20 a 40 % presentan buenas alternativas para utilizarse en dietas semi integrales para pruebas de comportamiento animal.

BIBLIOGRAFIA

1. Alpuche O. y F.J. Alvarez. 1977. Efecto de varios aditivos en el ensilaje de la punta de caña. *Producción Animal Tropical*. Vol. 2. No.2: 227.
2. Alvarez J.F. y T.R. Prestón. 1976. Amoniaco/miel y Urea/miel como aditivos para caña de azúcar ensilada. *Producción Animal Tropical*. Vol. 1. No. 2: 100 - 106.
3. A.O.A.C. (1990). *Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists*. 15 th. Ed. Arlington, U.S.A.
4. Arias M.L., I.Tejada de H. y G.Viniegra. 1982. Efecto del nivel de álcali y la humedad en el ensilado de bagacillo de caña de azúcar y estiércol fresco de bovino. *Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México 1982*. 482 - 483.
5. Beltran, R.S., Barajas C.R., Rodríguez y G.F.. 1990. Punta de caña de azúcar ensilada con y sin gallinaza como alimento para novillos de engorda. *Ciencia Animal*. UdeG. No.4: 3 - 13.
6. Boodoo A., J.C. Delaitre y T.R. Prestón. 1977. Puntas de caña ensilada con diferentes aditivos. *Producción Animal Tropical*. Vol. 2. No.2: 188 - 191.
7. Calderón J.F. y A. Shimada. 1980. Efecto de la adición de NaOH al ensilaje de caña de azúcar en el comportamiento de toretes Cebú. *Téc. Pec. Méx.* 38: 29-30.
8. Carreño R., Ortiz A., Picazo J. y Romero R.. 1976. Melaza y gallinaza como alternativa en la alimentación de ganado ovino. Empleo de un modelo educativo. I Simposio sobre el aprovechamiento de esquilmos agrícolas y subproductos industriales para la alimentación animal. SARH.
9. Cortéz, J.M., Romero, T., Spross, A.K., Corona y L. 1994. Efecto de la inclusión de estiércol bovino procesado en silo solar, tratado con NaOH en dietas para ovinos estabulados. *Memorias del XIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias*. 232.

10. Cuarón M.L., A.S.Shimada y M.Viena.. 1976. Manipulation of the fermentation un sugar cane silage and the effect on performance of Tabasco Sheep. *Tropical Animal Production*.VI. 4 No. 2:181.
11. Egaña, J.I., A. Flores, B. Murillo y M.T.Cabezas. 1976. Efecto del tratamiento de NaOH sobre los constituyentes de las paredes celulares y la digestibilidad "in vitro" del bagazo de caña de azúcar. *Resumes de la Reunión Internacional sobre la utilización de la caña de azúcar en la Alimentación Animal*. Veracruz, México.
12. Elizondo E.I. 1990. Valor nutricional de los desechos orgánicos. Memoria del II Curso de Actualización sobre la Utilización de Esquilmos Agropecuarios e Industriales en la Alimentación Animal. Patronato para la Alimentación Animal en el Estado de Jalisco, A.C. 1990.1.
13. Ferreiro H.M.. 1990. Caña de azúcar como alternativa en la alimentación de rumiantes. *Guía Técnica sobre alimentación con caña de azúcar y/o melaza*. 2 - 6.
14. Gleaves O.G. y M. Perez D. 1981. Efecto de la adición de NaOH sobre la composición físico-química de micro ensilajes de caña. *Téc. Pec. Méx.* No.41: 67-71.
15. Gleaves G. y Perez M. 1981. Utilización de ensilaje de caña de azúcar con y sin la adición de NaOH como único forraje para vacas lecheras en el trópico. *Téc. Pec. Méx.* Vol. VI. No. 41 : 7 - 13.
16. Goering, H.K and L.W.Smith. 1977. Composition of corn plant ensiled with excreta or nitrogen supplement and its effects on growing whethers. *J.Anim.Sci.* 44: 452-461.
17. Goering, H.K. and P.J. Van Soest 1975. Forage fiber Analysis. *Agriculture Handbook No.379*, Agricultural Research Service, United States, Department of Agriculture.
18. Harmon, B.N., J.P. Fontenot and K.Webb.1975. Ensiled Broiler Litter and corn forage. I.Fermentation characteristics. *J. Anim. Sci.* 4: 144-155.

19. Llamas L.G., Shimada S., Castellanos R. y Merino Z. 1979. Estudio del valor alimenticio de subproductos de la caña de azúcar con bovinos en corral. *Téc. Pec. Méx.* Vol. V. No. 36 : 59 -64.
20. Mc Donald, P.. 1981. *Principles of Ensilage. The Biochemistry of Silage.* 12.
21. Lopez J.M. y T.R. Prestón. 1976. El uso de roca fosfórica, sulfato de amonio e hidróxido de amonio en el ensilado de caña de azúcar picada. *Producción Animal Tropical.* Vol. 1. No. 1: 33.
22. Miguel, O.Y., G. Cantón, C.J., Saurí, D.E., Castellanos y R.A. 1994. Caracterización mineral de las excretas avícolas en Yucatán. *Memorias del XIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias.* 243.
23. Ortega C. M.E., Leon R.R. y Perez Gil R.F. 1976. Composición química del ensilaje de planta de maíz con dos niveles de estiércol de cerdo y bovino. 1er. Simposio sobre el aprovechamiento de esquilmos agrícolas y subproductos industriales para la alimentación animal. SARH, Dirección general de aprovechamiento forrajeros.
24. Orskov, F.R., D.A., Grubb, J.S. Smith, A.J.F. Webster and W. Corrigan. 1979. Efficiency of utilization of volatile fatty acids for maintenance and energy retention by sheep. *Br.J. Nutr.* 41:541.
25. Ramírez V.. 1986. Utilización de forrajes anuales en el trópico. Actualización sobre producción de forrajes en la costa del Pacífico. INIFAP. 19 - 20.
26. Ramírez V.. 1990. Valor nutricional de ensilados de rastrojo de maíz y cerdaza o gallinaza con o sin implante de zeranol. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 42-47.
27. Richard M.D. 1992. *Ingredient Analysis Table. 1992 Edition Feedstuffs Reference Issue.* Vol. 64. Number 29.

28. Rodríguez G.F.. 1990. Valor nutricional de esquilmos agrícolas e industriales. II Curso de actualización de esquilmos agropecuarios e industriales en la alimentación animal. Patronato para la alimentación animal en el Estado de Jalisco. 4,7.
29. Salazar, G.G., Cuarón y I.J.K.. 1994. Características fermentativas del estiércol de cerdo empleando grano molido de sorgo, melaza de caña y un inoculo comercial. Memorias del XIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. 232.
30. Sanchez O.O., Guerra R. P. y Miranda R. L. A.. 1994. Efecto del tipo de forraje, la adición de melaza e inoculante de bacterias lácticas en algunas variables del ensilaje "in vitro". Memorias del XIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. 227.
31. Shimada S.A., Rodríguez G.F. y Cuarón A.J. 1986. Hefificación y ensilado. Engorda de ganado bovino en corrales. 76-93.
32. Silvestre R., N.A. Mcleod y T.R. Prestón. 1976. Caña de azúcar ensilada con urea o amoníaco para el Ganado de Engorda. Producción Animal Tropical. Vol.1. No. 3: 223 - 230.
33. Steel G. D. y Torrie H. J. 1986. Análisis de Varianza III: Experimentos Factoriales. Bioestadística. McGraww Hill. Segunda Edición. 328.
34. Tejada H. I.. 1992. Análisis de forrajes, ensilajes y liquido ruminal. Control de calidad y análisis de alimentos para animales. Sistema de educación continua en producción animal, A.C. 277 - 278.
35. Teunissen. 1963. Algunas indicaciones para la obtención de un buen ensilaje. Téc. Pec. Méx. Vol. 1. No. 1 :30 - 34.
36. Toranzos, M.R., A.H. Moreno, and A.P. Frontera. 1981. Silage of sugar cane tops with additives. Abstracts on tropical Agriculture. Vol. 7. No. 7: 126.
37. Urrutia, J.M., L.Martínez y A. Shimada. 1982. Valor nutritivo del rastrojo y ensilado de malz con y sin mazorca tratados con hidróxido de sodio para borregos en crecimiento. Téc. Pec. Méx. 41: 7-16.

38. Van Soest P. 1982. The Kinetics of Digestion. Nutritional Ecology of the ruminant. Cornell University. 224-228.
39. Viana C.M., A.S. Shimada y F. Calderón.. 1978. Manipulación de la fermentación en ensilajes de caña de azúcar y su valor alimenticio para borregos. Téc. Pec. Méx. 35: 48 - 52.