

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**DIVISION DE CIENCIA ANIMAL**



**Efecto de Varios Aditivos sobre pH y Temperatura en  
Microensilados de Rye grass (Lolium multiflorum L.)**

**Por:**

***VICENTE JIMENEZ MORENO***

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:**

***INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA***

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Abril de 2000**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"**  
**DIVISION DE CIENCIA ANIMAL**

**EFFECTO DE VARIOS ADITIVOS SOBRE pH Y TEMPERATURA EN  
MICROENSILADOS DE RYE GRASS (Lolium multiflorum L.)**

**TESIS**

**POR:**

**VICENTE JIMENEZ MORENO**

**QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

---

**M. C. J. Eduardo García Martínez**  
**PRESIDENTE**

---

**Dr. Heriberto Díaz Solís**  
**SINODAL**

---

**M. C. Juan José López González**  
**SINODAL**

---

**M.V.Z. J. Antonio Gallardo Maltos**  
**SUPLENTE**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

---

**Dr. Carlos J. de Luna Villareal**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Abril de 2000**

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mi Alma Mater**

Por haberme cobijado en su seno y por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios profesionales.

### **Al M. C. Eduardo García Martínez**

Por todo el apoyo, asesoría, sugerencias y consejos brindados en la elaboración de esta tesis.

### **Al Dr. Heriberto Díaz Solís**

Por su apoyo revisión y sugerencias en la mejoría del presente trabajo.

### **Al M. C. Juan José López González**

Por colaborar en la revisión, el apoyo y las sugerencias para la culminación del presente trabajo.

### **Al M.V.Z. José Antonio Gallardo Maltos**

Por su amistad, apoyo y consejos brindados.

### **A las M. C. Rocío Hernández Parada y M. C. Silvia González Aldaco**

Por el apoyo, la amistad, la confianza, y la ayuda desinteresada para la realización del presente trabajo.

### **A mis maestros**

Que a lo largo de mi carrera me proporcionaron sus conocimientos y que han contribuido en mi formación profesional.

A todas aquellas personas que contribuyeron en la realización de este trabajo que involuntariamente han quedado omitidas pero no olvidadas.

## DEDICATORIA

### A mis padres

Sr. Vicente Jiménez de Jesús  
Sra. Florencia Moreno Hernández

Por haberme dado la vida y brindarme parte de la suya con esfuerzo, paciencia, sacrificios, y sabios consejos para alcanzar mi más grande anhelo, mi formación como persona y como profesional.

### A mis hermanos

Josefa	Margarita	Rosario
Flor	Francisco	Maricarmen
Gabriela	Julio	Luis

Por todos los momentos compartidos, por la amistad, confianza, y el apoyo brindado en todo momento y de forma incondicional

### A mis Abuelitos

y

### Tías

Julio Jiménez Nicolás  
Martina Jiménez Nicolás (†)

Placida Jiménez de Jesús  
Pascuala Hernández Jiménez

Por toda la confianza, apoyo y los sabios consejos que me brindaron.

### A mis Primos:

Araceli, Susana, Daniel, Alberto, José, y Rosa. por la amistad, confianza y apoyo brindado en todo momento.

### A mis amigos

Faustino, Willy, Fernando, Daniel, Ernesto, Gaspar, Rene, Hugo, y Adrián, por la amistad, apoyo y por todos los momentos agradables y desagradables que convivimos.

A los compañeros de la generación LXXXVIII, por la amistad y el apoyo brindado.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	página
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>Vi</b>
<b>INTRODUCCIÓN.</b> .....	<b>1</b>
Objetivo. ....	<b>2</b>
Hipótesis .....	<b>3</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
El proceso de ensilaje. ....	<b>4</b>
Tipos de fermentación. ....	<b>7</b>
Valor nutritivo del ensilado. ....	<b>8</b>
Tracto gastrointestinal del caballo. ....	<b>10</b>
Trastornos del tracto digestivo. ....	<b>14</b>
Aditivos para ensilaje. ....	<b>16</b>
Estimulantes de la fermentación. ....	<b>17</b>
Inhibidores de la fermentación. ....	<b>21</b>
Preservadores .....	<b>23</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>26</b>
Descripción del área de estudio. ....	<b>26</b>
Materiales utilizados. ....	<b>26</b>
Muestreo. ....	<b>26</b>
Acondicionamiento de la muestra. ....	<b>27</b>
Tratamientos. ....	<b>27</b>
Análisis de laboratorio. ....	<b>29</b>

Análisis Estadístico.....	30
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>31</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>38</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>40</b>
<b>APENDICE.....</b>	<b>45</b>

## INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Clasificación general de los aditivos para ensilaje .....	17
Cuadro 2. Diseño de los tratamientos de acuerdo a la aplicación de aditivos.....	29
Cuadro 3 Valores promedio correspondientes a pH en los diferentes tratamientos.....	32
Cuadro 4 Valores promedio correspondientes a pH y temperatura en los diferentes tratamientos.....	35

## INTRODUCCIÓN

El proceso de ensilaje se ha practicado durante mucho tiempo como forma de conservar las cosechas, lo que asegura que las reservas alimenticias pueden ser utilizadas en cualquier época del año (Watson y Smith, 1977), ya que la conservación de forrajes aspira a recolectar y prolongar la capacidad de almacenamiento de productos agrícolas de la mejor calidad posible en cuantía máxima y con un mínimo de pérdidas y gastos (Gross, 1969).

Para los productores que requieren de conservar forrajes en períodos de escasez y no cuentan con la infraestructura necesaria para un silo de trinchera o no van a ensilar un volumen grande, los silos plásticos o microensilados representan una alternativa de conservación de sus forrajes. El ensilado como alimento del ganado ha demostrado su valor en todo el mundo (Watson y Smith, 1977). Además es usado principalmente en la alimentación del ganado de leche y carne; también en borregos y muy poco en caballos (Ensminger *et al.*, 1990), como los equinos son más susceptibles que los bovinos y los ovinos al botulismo y otros trastornos digestivos, solo se les debe proporcionar ensilado selecto y fresco (Ensminger, 1975).

De los ensilados suministrados a caballos el de maíz y el de leguminosas suelen ser los más comunes, aunque no debe ser el único forraje suministrado al caballo, se recomienda que el ensilado constituya una tercera parte o la mitad de la ración de los alimentos fibrosos, el ensilado es especialmente adecuado para la alimentación invernal de caballos inactivos, yeguas y potrillos en crecimiento (Ensminger, 1975).

La selección cualitativa y cuantitativa de los alimentos por los animales se basa principalmente en aspectos sensoriales (sentidos) y estos varían notablemente entre especies. Es importante conocer la naturaleza física y química de los alimentos que serán suministrados a los animales y hay que considerar algunos factores como la temperatura, el pH y la humedad de los mismos ya que estos influyen de manera directa sobre la palatabilidad y aceptabilidad de estos en los animales y a su vez estos factores predisponen condiciones para que puedan presentarse trastornos digestivos como pueden ser ácidosis, cólicos, laminitis, timpanismo, diarreas, etc. Basado en lo anterior se planteo el presente estudio.

**Objetivo:** evaluar el efecto de cuatro aditivos aplicados al zacate Rye grass (Lolium multiflorum L.) y sometido a un proceso de ensilaje, sobre el pH y la temperatura a través de los 45 días del proceso de fermentación.

**Hipótesis:** El uso de aditivos ácidos y bacterias acidolácticas reduce las condiciones de pH y de temperatura durante la fermentación del zacate Rye grass.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

### **El Proceso del Ensilaje**

En un ensilaje el tiempo de conservación del forraje resulta prolongado, ya que mediante una acidificación natural o parcialmente artificial fuera del contacto del aire se desvanecen las posibilidades de vida de los microorganismos contenidos en el forraje. Este proceso se llama fermentación, su calidad depende de la concentración de ácido generado durante la fermentación, que además es indicio de la cuantía de las pérdidas del ensilado (Gross, 1969). Moore (1968) menciona que en el ensilaje los carbohidratos son degradados para formar el gas dióxido de carbono y ácidos orgánicos, y las proteínas son reducidas a aminoácidos.

#### **Fase aeróbica**

Cuando se coloca en el silo un forraje verde las células de la planta aun están vivas y por lo tanto respiran y siguen produciendo dióxido de carbono y las enzimas y bacterias aeróbicas de la planta utilizan los carbohidratos disponibles para producir calor, agua y dióxido de carbono. La respiración siempre va acompañado por un aumento de temperatura. Debido al aumento de

temperatura y al agotamiento del aire retenido en la masa de las células mueren y entonces tienen lugar los cambios bacterianos (Moore, 1968).

### **Fase anaerobica**

En esta fase las bacterias anaeróbicas comienzan a multiplicarse rápidamente y a partir del jugo de las células muertas producen ácido láctico, acético y butírico (Moore, 1968). Ensminger *et al.* (1990) mencionan que ocurren los siguientes cambios:

- a) Los carbohidratos complejos y el azúcar son transformados a ácido láctico, poca cantidad de ácido acético y una pequeña cantidad de otros ácidos y alcoholes.
- b) Una parte de la proteína es transformada en amoníaco, aminoácidos, amidas y aminas. La acidez final alcanzada se presenta cuando las bacterias mueren y el proceso de ensilaje es completado. En esta etapa la concentración ideal de ácido láctico equivale de un 4 a 10 % de la materia seca.

### **Fase estable**

Ensminger *et al.* (1990) señalan que ésta se presenta cuando se alcanza un pH de 4.2 o menos en el ensilaje y éste se puede conservar por años si se excluye el aire. Ensilajes más secos se estabilizan en un pH más alto. La

fermentación cesa de tres a cuatro semanas cuando el pH es tan bajo que se inhibe todo crecimiento microbiano (Bjorge, 1996)

### **pH y temperatura**

Cuanto mayor es la cantidad de aire presente mayor es la temperatura resultante. Para favorecer el tipo de fermentación láctica debe lograrse una temperatura de 26.5 a 37.5 ° C. Gross (1969) afirma que cuando la temperatura en el silo es superior a 30 ° C, pasan a predominar las bacterias butíricas (desdoblan el azúcar pero también el ácido láctico ya formado), con lo cual el pH se eleva por encima de 5 y mueren las bacterias acidolácticas. También descomponen las proteínas produciendo sustancias tóxicas perjudiciales para el ganado (Moore, 1968).

Las bajas temperaturas se asocian a veces con los cambios de putrefacción, mientras que las temperaturas altas que destruyen gran proporción de carbohidratos y reducen notablemente la digestibilidad de las proteínas que significan pérdidas en el valor alimenticio (Watson y Smith, 1977).

La acidez tiene tanta importancia como la temperatura. Para obtener un ensilaje de buena calidad es necesario que la acidez del material sea superior a la de un pH de 4.5. Este evita la acción de las bacterias de la putrefacción y mantiene el forraje en buen estado para el consumo (Moore, 1968).

A pH menor (mayor acidez), menor será la cantidad de ácido butírico, mayor la de ácido acético y mayor será también la relación de ácido láctico ácidos volátiles. A medida que el pH aumente y sobrepase el valor de 4.5 la cantidad de ácido láctico disminuye y aumenta la cantidad de ácido butírico, la presencia de éste es una indicación segura que ha ocurrido alguna putrefacción de las proteínas (Watson y Smith, 1977).

### **Tipos de Fermentación**

#### **Fermentación homoláctica**

Se produce ácido láctico a partir de la fermentación de los carbohidratos solubles (azúcares) de la cosecha, producidos por las bacterias, también degradan las proteínas hasta aminoácidos (Ede y Blood, 1970).

#### **Fermentación heteroláctica**

Se produce ácido butírico y se presenta cuando la conservación es mala (humedad elevada) y con un pH de 5.0. Presentándose una fermentación butírica ocasionada por clostridios que degradan el ácido láctico, los carbohidratos solubles y las proteínas (hasta aminas) (Ede y Blood, 1970).

## **Valor Nutritivo del Ensilado**

El ensilaje correctamente preparado puede tener un valor alimenticio que en ocasiones equivale al 80 % del que existía en el material verde original (Watson y Smith, 1977). La digestibilidad, el contenido de proteína y energía son los factores que determinan el contenido alimenticio del ensilado (Ede y Blood, 1970).

### **Digestibilidad**

Ede y Blood (1970) afirman que la digestibilidad de un ensilado bien hecho es casi exacta a la del forraje del que procede. La digestibilidad puede ser inferior a la de la cosecha si el ensilaje está mal hecho, debido a que se ha mojado, por pérdidas ocasionadas en el campo, calentamiento en el silo y por pérdidas en líquidos residuales.

### **Proteína**

El contenido en proteína bruta del ensilado es también semejante al de la cosecha segada, en las cosechas de hojas jóvenes el contenido de proteína es mayor que en las maduras con muchos tallos.

El nivel de proteína bruta digestible en el ensilado está íntimamente relacionado con la cantidad de proteína cruda. Sin embargo, un calentamiento y

un oscurecimiento marcados en el ensilado hacen la proteína menos digestible. Cuando el ensilado tiene color pardo, con olor a tabaco, la proteína es casi indigestible. Por otra parte, cuando la fermentación es marcadamente butírica, hay un gran desdoblamiento de proteína en compuestos más sencillos que son utilizados con menor eficacia (Ede y Blood, 1970).

### **Vitaminas**

Ede y Blood (1970) mencionan que el ensilado de color amarillo verdoso retiene mucho el caroteno de la cosecha verde. Este se convierte en vitamina A en el cuerpo del animal, y tales ensilados contribuyen a que la alimentación de invierno de los rumiantes contenga esta vitamina más que la mayoría de los alimentos de invierno conservados. Este ensilado es probable que contribuya a mejorar la salud del ganado y de la progenie nacida durante el período invernal.

### **Consumo**

El consumo voluntario, es la cantidad de ensilado que los animales comen y este va a estar determinado por la calidad del ensilaje. Se ha observado que, en general, los animales comen más materia seca de un ensilado hecho con una cosecha henificada que cuando ésta se ensila sin haberla dejado agostar. La cantidad para un alto consumo voluntario dependerá de la clase de ganado que quiere alimentarse y de los otros alimentos que van a suministrarse junto con el ensilado (Ede y Blood, 1970).

## **Tracto Gastrointestinal del Caballo**

El aparato digestivo es un conducto tubular musculomembranoso que se extiende desde la boca hasta el ano. El caballo se considera como un herbívoro no rumiante, por lo cual su proceso digestivo es fundamentalmente de tipo enzimático. La boca es la primera parte del tubo digestivo, es alargada y cilíndrica comprende los dientes (24 molares y 12 incisivos en el caballo adulto), la lengua y tres pares de glándulas salivales (parótidas, submaxilares y sublinguales). En la boca se inicia la digestión donde el alimento es desmenuzado por los dientes y humedecido por la saliva. El caballo adulto secreta aproximadamente 38 litros de saliva por día que humedece los alimentos y facilita su progresión a lo largo del esófago, además contiene las enzimas: ptialina (transforma el almidón en maltosa) y la amilasa (se encuentra en concentraciones muy bajas). La boca del caballo se diferencia anatómica y fisiológicamente de la del rumiante en que los caballos tiene dientes incisivos superiores, los rumiantes no; el caballo mastica el alimento con los dientes; los rumiantes mastican lo que rumian y su saliva carece de enzimas.

El esófago es un órgano tubular, de 127 a 152 cm de largo, destinado al paso del alimento desde la faringe al estómago.

El estómago es la porción más dilatada del tubo digestivo, se halla entre el esófago y el intestino delgado, tiene una capacidad de 8 a 16 litros (pero funciona mejor a dos tercios de su capacidad), y secreta jugo gástrico, cuyas enzimas desdoblan las proteínas y las grasas.

Los alimentos pasan muy rápidamente por el estómago, hasta tal punto que el alimento ingerido al principio de la comida se encuentra en el intestino antes que la última parte de ella sea terminada. Warren (1979) menciona que el alimento establece un contacto limitado con las secreciones gástricas.

Así debido a la pequeña capacidad del estomago y al movimiento potencialmente rápido de la digesta, suele recomendarse que el caballo reciba dos o más comidas diarias.

El Intestino delgado es la parte del tubo digestivo interpuesta entre el estómago y el intestino grueso. Mide alrededor de 20 m de longitud y entre 7.5 y 10 cm de diámetro cuando está distendido; su capacidad es aproximadamente de 45 litros. El intestino delgado del caballo y de la vaca tienen casi la misma capacidad total, aunque en ésta presenta casi el doble de la longitud y la mitad del diámetro. Las enzimas del páncreas y del hígado contribuyen a hidrolizar aún más a las proteínas, grasas y azúcares que escapan a la acción del jugo gástrico (Ensminger, 1975). Las secreciones de las células intestinales y del páncreas aparecen las enzimas proteasas y carbohidrasas (sucrasa, maltasa,

trehalasa y  $\beta$  galactosidasa) su actividad depende de la edad del animal. Los caballos carecen de vesícula biliar para almacenar la bilis, por consiguiente las sales biliares (promueven la emulsión de los lípidos y que tan importantes son en su digestión) son segregadas constantemente hacia el intestino delgado. En esta parte del tracto digestivo se digieren y absorben los siguientes nutrientes: Las vitaminas liposolubles (A,D,E y K) son aparentemente absorbidas; se absorben y digieren los carbohidratos solubles; las proteínas se digiere principalmente en este órgano.. la proteína de la dieta se degrada mediante hidrólisis ácida y por medio de las enzimas proteolíticas (tripsina, quimiotripsina y carboxipeptidasas) hasta aminoácidos que son absorbidos activamente; Se absorbe el calcio, fósforo, magnesio y zinc, siendo probablemente absorbidos otros minerales. Los lípidos y las grasas son aparentemente absorbidos en esta parte, ya que se sabe relativamente poco sobre la digestión de los lípidos en esta especie (Warren, 1979).

El Intestino grueso incluye los segmentos: ciego (1.2 m de largo y 30 cm de diámetro; contiene líquido), colon grueso (3.6 m de largo y 25 cm de diámetro; contiene sólidos), colon delgado (3 m de longitud y 20 cm de diámetro; contiene sólidos) y recto. El ciego es denominado en ocasiones "intestino vacío", en él prosigue la digestión (fermentación) y se produce una síntesis limitada de vitaminas; se absorben además algunos principios nutritivos (Ensminger, 1975). Warren (1979) señala que es una bolsa que une al intestino delgado con el colon. Las poblaciones microbianas del ciego del

caballo y las del rumen de la vaca son similares cualitativamente. En este órgano se lleva acabo la absorción de agua, aunque también se absorben cantidades importantes en el colon (Argenzio *et al.*, 1974 citados por Warren, 1979). El colon grueso se distiende habitualmente con el alimento, en él continúa el proceso digestivo gracias a la acción del jugo intestinal y de la flora microbiana, al tiempo que tiene lugar la absorción de principios nutritivos. En el colon delgado, el contenido intestinal se deshidrata y se forman los bolos de estiércol (Ensminger, 1975).

Recto. Es la ultima parte del tracto digestivo, su función es dar paso para la excreción de la materia fecal (Warren, 1979).

La pequeña capacidad de los órganos digestivos de los caballos impide que el ensilado pueda constituir una porción elevada de las raciones destinadas a esta especie, por ser un alimento voluminoso. Aunque a los caballos raramente se les suministra ensilaje, resulta beneficiosa para las yeguas de vientre una asignación diaria de varios kilogramos de ensilado durante el invierno. A los caballos de trabajo puede dárseles sin peligro hasta 11 kg (Moore, 1970).

Varios son los tipos de ensilado que se pueden suministrar a los caballos, pero el de maíz y el de leguminosas suelen ser los más comunes. Por bueno que sea el ensilado, no ha de utilizarse como único forraje para el

caballo. Debe ser ofrecido en cantidad tal que reemplace solo entre la tercera parte a la mitad de la ración de alimentos fibrosos, teniendo en cuenta que habitualmente un kg. de heno equivale a 3 kg. de silo húmedo. Esto significa que la cantidad de ensilado no excederá de 4.5 a 6.8 kg. diarios (base real) en el animal adulto, aunque se han utilizado satisfactoriamente en ciertos casos cantidades muy superiores. El ensilado es especialmente adecuado para la alimentación invernal de los caballos inactivos, las yeguas y los potrillos en crecimiento. El caballo debe recibir alimentos menos voluminosos, proteínas de más alta calidad y suplementos de vitaminas B y K (Ensminger, 1975).

### **Trastornos del Tracto Digestivo**

Acosta (1998) menciona que la sobrecarga de carbohidratos solubles (abundantes en el grano melaza y pastos en crecimiento y post-heladas) o cantidad excesiva de carbohidratos rápidamente fermentables, pueden conducir a una rápida fermentación en el ciego. El ácido láctico se empieza acumular, especialmente después de que la caída del pH mata las bacterias que convierten el lactato a acetato, la fermentación rápida ocasiona algunos desordenes por lo tanto se debe de reemplazar los carbohidratos rápidamente fermentables por carbohidratos de fermentación lenta y grasa.

Diarrea. Es ocasionada por variaciones y excesos de la alimentación, piensos poco digeribles, intoxicación y cambio de clima, teniendo como resultado una actividad exagerada del intestino debido a la presencia de una sustancia

irritante en el tracto digestivo que deberá ser eliminada. Provocando el paso de las heces en estado líquido o semilíquido con manchas de sangre en casos avanzados (Baron, 1984 y Wooldridge, 1985). El ácido láctico es absorbido lentamente por lo cual atrae agua hacia el interior del ciego, suavizando las heces y algunas veces resulta en una diarrea osmótica.

Cólico. Es un dolor visceral de origen abdominal, la principal es la afección del aparato digestivo entre otras causas por una mala digestión a nivel del estomago o del intestino, obstrucción al paso de los alimentos por materias fecales o por un cuerpo extraño ingerido o desarrollado por el animal (bola de pelos, piedra, tumor); de un espasmo; (el intestino se contrae violentamente en uno o varios puntos); de una congestión; de un verdadero nudo intestinal; y de un estrangulamiento (una asa intestinal está en un anillo a nivel de una hernia). Ocasionando que el animal este inquieto, agitado, rasca el suelo con los miembros anteriores, se acuesta y se levanta, ataques agudos de dolor, suda. (Baron, 1984 y Haberman, 1987). También la expansión del contenido del intestino y la rápida producción de gas puede distender el abdomen y contribuir al cólico.

Colitis. La fermentación rápida puede estar involucrada en algunos tipos de colitis, por analogía con la ruminitis, en la cual el ácido láctico altera la integridad de la membrana y permite la invasión a la mucosa y la sangre. Esto conduce a abscesos en el hígado en el caso de los rumiantes, y posiblemente a abscesos distribuidos más generalmente en el caballo.

Laminitis o infosura. Ulmer (1977) menciona que es causada principalmente por la sobrealimentación o por una mala digestión, permitiendo que el alimento no digerido pase del estomago a los intestinos, también es producida por trabajo excesivo, administración de demasiada agua fría cuando el animal está muy caliente o la inflamación del útero después de parir. El síntoma principal es una congestión severa de los cascos (inflamación de las láminas sensibles del pie) produciéndole dolor al animal.

### **Aditivos para Ensilajes**

Existe en el mercado un gran número de éstos, sin embargo solo se mencionaran algunos de ellos (los más utilizados y de mayor importancia). A continuación se presenta la clasificación general de aditivos para ensilaje (Cuadro 2.1).

**Cuadro 1. Clasificación general de aditivos para ensilajes.**

<b>Estimulantes de la Fermentación</b>		<b>Inhibidores de la Fermentación</b>	
<b><i>Cultivos bacterianos y similares</i></b>	<b><i>Fuente de Nutrimientos</i></b>	<b><i>Acidos</i></b>	<b><i>Otros</i></b>
*Bacterias lácticas	<b><i>Fuentes de nitrógeno</i></b>	<b><i>Acidos orgánicos</i></b>	*Formaldehído
*Organismos productores de enzimas.	*Urea	*Fórmico	*Para-formaldehído
*Enzimas	*Amonio	*Acético	*Metabisulfito de sodio
*Antioxidantes	*Fosfato de amonio	*Láctico	*Bisulfato de amonio
	*Gallinaza	*Benzoico	*Sal común
	<b><i>Fuente de glúcidos</i></b>	*Acrílico	*Minerales traza
	*Melaza	*Cítrico	*Bióxido de carbono
	*Granos	*Glicólico	*Antibióticos
	*Suero de leche	*Sulfónico	*Sosa cáustica
	*Desecho de frutas	*Propiónico	
		*Caprónico	
		*Sórbico	
		<b><i>Acidos minerales</i></b>	
		*Sulfúrico	
		*Clorhídrico	
		*Fosfórico	

Ávila *et al.* (1990)

### **Estimulantes de la fermentación**

La función de estos aditivos es promover y ayudar a que se presenten las condiciones adecuadas para que ocurra la fermentación. Estos aditivos se dividen en nutritivos y no nutritivos.

## **Aditivos nutritivos**

Estos aditivos pueden subdividirse en fuentes de nitrógeno no proteico y fuentes de carbohidratos fermentables. Entre los primeros los más promisorios son la urea, el amonio y diferentes sales de amonio. Dentro del segundo grupo los productos más utilizados son la melaza, granos, suero de leche y pulpa de cítricos.

### **Melaza**

Los alimentos ricos en proteína necesitan carbohidratos adicionales para que las bacterias puedan producir ácido láctico, por ejemplo la melaza. La cantidad de melaza generalmente recomendada para la hierba corta y poblada de hojas es de 9 litros de melaza disueltos en una cantidad igual de agua por una tonelada de forraje a ensilar (Moore, 1968).

La melaza contiene altas cantidades de azúcar por lo cual tiene alto valor energético. Además se utiliza por su sabor dulce y ayuda a que los ingredientes se asienten y no exista la presencia de polvo (Avila, 1999). Es una de las fuentes de carbohidratos más utilizadas. De las más efectivas por su contenido de azúcares solubles, que promueven un rápido desarrollo de las bacterias,

además aumenta el valor nutritivo del ensilado, a sí como su digestibilidad y palatabilidad (Peñagaricano *et al.*, 1975).

### **Nitrógeno no proteico**

El principal objetivo de éste es incrementar el contenido de proteína cruda en el ensilado. El nitrógeno no proteico puede ser usado por los microorganismos ruminales para producir proteína verdadera en el rumen del animal. Si se usa urea (43 % N) se adiciona 5 kg/ton, tiene un efecto en amortiguar el pH resultando un mayor contenido de ácido láctico, debido a una actividad más prolongada de las bacterias lácticas y es más disponible que los demás compuestos que contienen nitrógeno.

### **Granos**

El alto precio de estos hace poco justificable su uso en la mayoría de los casos. Otras fuentes de carbohidratos utilizados son: la cascara de piña, pulpa de cítricos y suero de leche (Avila *et al.*, 1990). Peñagaricano *et al.* (1975) señala que los carbohidratos que a sí se agregan, están bajo la forma de almidones y no se encuentran disponibles en forma inmediata para las bacterias.

### **Aditivos no nutritivos**

Los más extendidos y estudiados en esta categoría son los inoculantes microbianos y los preparados de enzimas o sus combinaciones. Los inoculantes microbianos son vendidos como cultivos deshidratados o en suspensiones que se aplican a diferentes niveles de acuerdo a las recomendaciones de la casa productora.

### **Cultivos de bacterias**

Los microorganismos se clasifican de acuerdo al tipo de fermentación o acción, los microorganismos más efectivos son *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus faecalis* y *Streptococcus durans*. Se debe de aplicar el inoculante en forma adecuada y en forma homogénea (Avila *et al.*, 1990).

### **Enzimas**

La mayoría de las preparaciones de enzimas usadas como aditivos para ensilaje se obtienen de *Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger*, o *Aspergillus oryzae*. Estos organismos producen varias enzimas, incluso la celulasa, amilasa, glucoamilasa, y proteasa. Otras preparaciones incluyen glucanohidrolasa, glucanomaltohidrolasa, beta-glucanasa y beta-glucosidasa, pero las más utilizadas son la amilasa, celulasa y hemicelulasa. Las enzimas son agregadas al ensilaje para incrementar el substrato disponible para las bacterias acidolacticas y estas puedan degradar los carbohidratos complejos a carbohidratos solubles. También han sido utilizadas con éxito para reducir el

volumen de la fibra y mejorar la fermentación, aunque su costo es elevado (Seglar, 1997).

### **Inhibidores de la fermentación**

Los aditivos usados para esta finalidad tienen la propiedad de disminuir el pH, inhibiendo el crecimiento y acción de las bacterias, evitando así que ocurra la fermentación aeróbica del ensilaje. Estos aditivos se dividen en nutritivos y no nutritivos.

#### **Aditivos nutritivos**

##### **Acido propiónico**

Ha sido utilizado para prevenir la fermentación aeróbica del ensilado una vez que es sacado del silo. Reduce las pérdidas por fermentación y es utilizado por el animal como fuente de energía. Se aplica a un nivel de 0.5 a 1.5 %.

#### **Aditivos no nutritivos**

Se han utilizado ácidos minerales como el sulfúrico, clorhídrico fosfórico, para reducir el pH drásticamente e inhibir cualquier crecimiento bacteriano, sin embargo son muy poco usados ya que estos son corrosivos y caros y los ensilajes resultantes son poco consumidos por los animales

### **Acido fórmico**

Avila *et al.* (1990) señala que es utilizado como inhibidor parcial de la fermentación que actúa reduciendo el pH inicial del forraje hasta 5.0 e inhibiendo la acción inicial de las bacterias proteolíticas y la producción de ácido acético y butírico. Se recomienda aplicar 2.7 kg. de una solución con 80 % de ácido fórmico por tonelada de forraje fresco (Avila *et al.*, 1990 y Peñagaricano *et al.*, 1975).

### **Formaldehído**

Actúa como esterilizante parcial o total del forraje lo que resulta en una fermentación muy reducida. Además forma complejos con la proteína del ensilaje, que es utilizada directamente en el intestino delgado. Manteniendo un pH alto 5.3 pero con muy poca fermentación adicional resultando en un consumo más alto del ensilado. Otra ventaja es la reducción en la pérdida de materia seca por la fermentación. Si se usa poca la conservación del forraje será pobre y si se aplica en exceso se sobreproteje la proteína resultando indigestible (Avila *et al.*, 1990).

### **Hidróxido de sodio**

Se ha utilizado para mejorar los ensilajes de caña de azúcar, ya que sin el uso de este aditivo el ensilaje resultante contiene un alto porcentaje de etanol ocasionando un bajo consumo voluntario en los animales y ganancias más bajas. Al adicionar hidróxido de sodio al 4 % (en base seca) parece inhibir la fermentación ocasionada por levaduras y favorece la producción de ácido láctico (Avila *et al.*, 1990).

### **Preservadores**

Este grupo incluye a los antibióticos, sal y esterilizantes. Estos aditivos preservan el ensilaje e inhiben la actividad de microorganismos que ocasionan fermentaciones indeseables (Ensminger *et al.*, 1990).

### **Sal (NaCl)**

Se usa como sustancia conservadora su único efecto es hacer más apetecible al ganado forrajes que sin tal adición se consideraría de mala calidad (Moore, 1968 y Gamez, 1995). A un nivel apropiado inhibe ciertos microorganismos sin prevenir la acción de bacterias que producen los ácidos deseables (Ensminger *et al.*, 1990).

### **Antibióticos**

Teóricamente los antibióticos podrían conservar el forraje sometido a proceso de ensilaje conservado en silo por la acción selectiva inhibiendo la

actividad microbiana indeseable mientras que permiten el desarrollo de los microorganismos deseables (Ensminger *et al.*, 1990).

### **Esterilizantes**

Ensminger *et al.* (1990) mencionan que este grupo incluye el dióxido de azufre, diacetato de sodio, el metabisulfito de sodio, el sulfito de sodio, el benzoato de sodio y el nitrato de sodio. También se ha usado propionato de sodio y otros ácidos orgánicos como preservativos. Cada uno de estos productos parece reducir las pérdidas del caroteno, mejora el olor del forraje conservado en silo y/o disminuye la producción de gases tóxicos. Pero su efecto en palatabilidad es inconstante. Su costo es elevado y su aplicación debe ser cuidadosa.

### **Dióxido de azufre**

Trabajos de Knodt *et al.* (1952), Mathinson *et al.* (1979) y McDonald (1981), citados por Gamez (1995) han demostrado que cuando se agrega dióxido de azufre en el forraje al momento de ensilarlo, hasta cierto punto, decrece la fermentación y producción de amonio y de ácidos orgánicos.

### **Metabisulfito de sodio**

Se ha usado esencialmente como conservador debido a sus propiedades reductoras, ya que eliminación de oxígeno por parte de este, inhibe el crecimiento de bacterias aerobias, sin embargo su uso esta restringido a ensilajes, debido a que permite el establecimiento de bacterias aerobias (Tejeda, 1990).

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Descripción del área de estudio**

El presente trabajo se realizó en la Unidad Metabólica y el Laboratorio de Nutrición y Alimentos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), la cual se encuentra situada a una latitud Norte de 25° 23' y una longitud oeste de 101° 02' y a 1743 msnm. Lugar para el cual Mendoza (1983) reporta una temperatura media anual de 19.8 ° C y una precipitación media anual de 298.5 mm.

### **Muestreo**

La muestra de zacate Rye grass utilizado en el presente estudio provenía de una pradera establecida por 2 años bajo condiciones de riego, el corte se realizó el día 27 de Abril de 1999, la pradera se dividió en dos secciones, la primera se le aplicó azufre por medio de aspersion al cultivo con relación a 30 kg/ha 15 días antes del corte y a la segunda no se le aplico. El zacate se cultivo en el municipio de Parras de la Fuente, Coahuila cuyas coordenadas geográficas son: 25° 27' latitud norte, 102 ° 11' longitud oeste, a una altura de 1500 msnm y una precipitación media anual de 519 mm. El clima

se clasifica como Msohx' (w) (e), que corresponde a un clima seco, semicalido con lluvias intermedias en verano e invierno, con una temperatura media anual extremosa entre 7 y 14 ° C (García, 1987).

### **Acondicionamiento de la muestra**

Una vez cortado el zacate sé alomillo para exponerlo a la luz solar y se estuvo haciendo un muestreo constante hasta que alcanzó un contenido de materia seca (M. S.) de 60 %, con el cual fue empacado y se aplicaron los tratamientos respectivos. Se seleccionaron 64 pacas de 23 kg de peso promedio que se colocaron en bolsas plásticas, las cuales fueron selladas y posteriormente se sometieron a un proceso de fermentación por un periodo de 45 días.

### **Tratamientos**

La distribución de los tratamientos se llevo acabo de la siguiente manera: De las 64 pacas 32 de ellas provenían del lote donde se aplico azufre, a estas se les aplico ácido sulfúrico; posteriormente estas pacas se dividieron en dos partes iguales de 16 cada una. La primera parte se inoculo con el hongo del genero *Aspergillus* aplicando a cada paca 20 ml y las 16 pacas restantes no fueron inoculadas.

Las 32 pacas donde no se aplicó azufre, también fueron divididas en dos grupos, el primer grupo de 16 pacas se inoculó con el hongo y el segundo grupo no se inoculó.

Testigo. A estos microensilados no se les aplicó ningún aditivo.

Inoculante Bacteriano. Hecho a base de bacterias acidolácticas que contenía (*Streptococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum* y *Pediococcus acidilactici*), enzimas (celulasas, hemicelulasas, amilasas y pentosanas) y un agente microencapsulante  $\beta$ -glucanasa, la cantidad aplicada fue de 6 ml que se diluyó en agua y fue asperjado en los microensilados respectivos.

Inhibidor. Este tratamiento consistía de un inhibidor de hongo, hecho a base de ácido propiónico (63%) la cantidad aplicada fue de 70 ml/paca.

Mezcla Inoculante-Inhibidor. A estos microensilados se les aplicó la mezcla de los tratamientos inoculante más inhibidor. De acuerdo a lo anterior se elaboró la siguiente distribución de los tratamientos (Cuadro 3.1).

**Cuadro 2. Distribución de los tratamientos de acuerdo a la aplicación de los diferentes aditivos.**

Tratamiento	A d i t i v o s		Inoculación con Aspergillus	Azufre
	Inoculante bacteriano	Inhibidor		
1	0	0	0	0
2	1	0		
3	0	1		
4	1	1		
5	0	0	1	0
6	1	0		
7	0	1		
8	1	1		
9	0	0	0	1
10	1	0		
11	0	1		
12	1	1		
13	0	0	1	1
14	1	0		
15	0	1		
16	1	1		

**0 = No se aplico    1 = Si se aplico**

### **Análisis de Laboratorio**

#### **Temperatura**

Los microensilados de cada tratamiento fueron abiertos el día 45 de iniciado el proceso de fermentación. La temperatura se evaluó dentro de la

bolsa plástica, realizándose perforaciones en diferentes puntos del microensilado, posteriormente se introducía el termómetro estandarizado a 19 ° C, se dejaba pasar un minuto y posteriormente se tomaba la lectura.

### **Potencial Hidrógeno**

Una vez terminada la lectura de la temperatura la bolsa de los microensilados eran abiertas y se tomaban muestras de zacate de cada tratamiento en diferentes puntos, posteriormente fueron colocadas en bolsas plásticas de polietileno y se llevaron al laboratorio donde se pesaron 5 gr de forraje que fueron diluidos en 100 ml de agua destilada y licuados para tomar lectura del pH con la ayuda de un potenciómetro.

### **Análisis Estadístico**

Los resultados de las variables pH y temperatura fueron analizados mediante un diseño completamente al azar, con arreglo factorial A X B X C X D. Donde el factor A corresponde a la adición de azufre con dos niveles (con y sin); el factor B a la inoculación de *Aspergillus*, con dos niveles (con y sin); el factor C a la adición de inhibidor (ácido propiónico) con dos niveles (con y sin); y el factor D a la adición de inoculante bacteriano, con dos niveles (con y sin). Dando un total de 16 tratamientos con veinte repeticiones cada uno. Con un nivel de confianza  $\alpha=0.05$  % y utilizando la prueba de Tukey .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del trabajo de investigación sobre el efecto de varios aditivos en microensilados de Rye grass, se obtuvieron al evaluar el pH y la temperatura a través del análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confiabilidad  $\alpha=0.05$ . La prueba de Tukey muestra diferencia significativa entre los tratamientos.

### Potencial Hidrógeno

El potencial hidrógeno muestra que hay diferencia significativa entre las medias de los tratamientos a un nivel de confiabilidad  $\alpha=0.05$ . La prueba de Tukey (Cuadro 4.1) permite visualizar estadísticamente las diferencias de los niveles de pH. Los resultados indican que el tratamiento inoculante bacteriano tiene el valor más alto, mientras que el tratamiento azufre mas inoculante bacteriano presenta el valor más bajo. En tanto los demás tratamientos se comportan de manera similares sin definir ninguna tendencia hacia los tratamientos antes mencionados.

**Cuadro 3. Prueba de comparación de medias de tratamientos correspondientes a pH.**

Tratamiento	pH			Decremento de pH
	Al corte	45 días		
2. Inoculante	6.7	6.4100	<b>a</b>	0.290
11. Azufre + inhibidor	6.7	6.3750	<b>ab</b>	0.325
1. Testigo	6.7	6.3700	<b>ab</b>	0.330
14. Azufre + hongo + inoculante	6.6	6.2850	<b>abc</b>	0.315
7. Hongo + inhibidor	6.7	6.2600	<b>abc</b>	0.350
3. Inhibidor	6.6	6.2500	<b>abc</b>	0.440
12. Azufre + inhibidor + inoculante	6.9	6.2250	<b>abc</b>	0.675
5. Hongo	6.8	6.2250	<b>abc</b>	0.575
6. Hongo + inoculante	6.7	6.2150	<b>abc</b>	0.485
8. Hongo + inhibidor + inoculante	6.6	6.1550	<b>abc</b>	0.445
9. Azufre	6.6	6.2000	<b>abc</b>	0.400
13. Azufre + hongo	6.7	6.1900	<b>abc</b>	0.510
15. Azufre + hongo + inhibidor	6.7	6.1750	<b>bc</b>	0.525
4. Inhibidor + inoculante	6.7	6.1550	<b>bc</b>	0.545
16. Azufre + hongo + inhibidor + inoculante	6.6	6.1650	<b>bc</b>	0.435
10. Azufre + inoculante	6.6	6.0850	<b>c</b>	<u>0.515</u>
				$\bar{x} = 0.450$

**Letras iguales no son estadísticamente significativas.**

Ensminger (1990) menciona que un ensilado correctamente preparado y listo para su consumo tiene un pH de 4.0 a 4.5, por su parte Flores (1993) señala que el pH óptimo de un ensilado es de 3.5 a 4.5. De los resultados obtenidos el tratamiento que más se acerca al pH óptimo es el que contiene azufre más inoculante bacteriano, estos resultados difieren de los valores antes mencionados debido a que el zacate utilizado tenía un bajo contenido de

humedad (40 %). Wolter (1977) y Cunningham (1992) mencionan que el tracto digestivo del caballo presenta un pH ácido (6.0-6.8) al comparar este pH con el obtenido en los microensilados usando los diferentes aditivos no presenta diferencias que pudieran ocasionar desordenes y trastornos digestivos en esta especie.

Durante el proceso de ensilaje los mayores cambios de pH y temperatura ocurren durante los primeros 21 días, el pH al momento del corte y de la aplicación de aditivos no se vio disminuida a través de los 45 días del proceso de fermentación, aunado a que el zacate utilizado tenía un alto contenido de materia seca (60 %) y no fue picado, y aunque se metió a una maquina compactadora la exclusión del oxígeno no fue de manera total. Estos dos factores pudieron haber influido para que la fase anaeróbica y posteriormente estable del ensilaje no se pudieran presentar.

Parada (1999) realizó un estudio para evaluar aditivos (inoculante bacteriano, ácido propiónico, mezcla y un testigo) en zacate Rye grass, efectuando muestreos los días 30, 35, 40, 45, 50, 55, y 60 del proceso de fermentación, reporta no haber encontrado diferencia en los tratamientos para pH en los diferentes muestreos.

Smith *et al.* (1993) realizaron un estudio en zacate Rye grass, utilizando tres tratamientos (control, ácido fórmico e inoculante bacteriano). El pH al momento de ensilar fue de 4.7, el día 16 realizó una lectura encontrando que el

tratamiento de ácido fórmico tenía un pH de 4.3 y el del inoculante 3.88. Estos resultados difieren con los obtenidos en el presente estudio debido a que el contenido de materia seca del forraje que ensilaron fue de 19.5 % a diferencia del que se utilizó era de 60 %.

Zimmermann *et al.* (1993) elaboraron silos de alfalfa para evaluar las características del ensilado, utilizando de aditivo un inóculo bacteriano. El pH del ensilado y la población microbiana se determinó a los 100 días de haber ensilado y encontraron que la utilización del inóculo mejora el pH, el porcentaje de digestibilidad de la materia seca y que los niveles de bacterias acidolácticas está directamente relacionado con el pH.

Keady y Murphy (1994) elaboraron silos de zacate rye grass, para probar un inóculo (A), ácido fórmico con dos niveles 2.7 Lt-1 de M.S. (B) y 5.8 Lt-1 de M.S. (C) y un testigo (D). Encontraron que el aplicar ácido fórmico al nivel de 2.7 Lt-1 de M.S. se obtiene un pH bajo. (A=4.05, B=3.89, C=4.32 y D=4.53).

Dennis *et al.* (1994) probaron dos inoculantes *Enterococcus faecium* y *Lactobacillus plantarum* contra un control en maíz con un 37 % de M.S. El día 7 y 49 el tratamiento a base de *E. Faecium* presentó el pH más bajo. No hubo diferencia entre los tratamientos, sin embargo al inocular con un alto contenido de humedad aumenta el contenido de bacterias acidolácticas, obteniéndose un pH ácido favorable para que se presenten las tres etapas del ensilaje.

## Temperatura

Los resultados muestran que no hay diferencia significativa entre las medias de los tratamientos a un nivel de confiabilidad  $\alpha=0.05$ . La prueba de Tukey (Cuadro 4.2) permite visualizar estadísticamente que no existen diferencias entre los tratamientos para la temperatura. El tratamiento testigo comparado con los tratamientos a los que se les aplicó algún aditivo o mezcla de aditivos se comportan estadísticamente iguales al resto de los tratamientos, por lo que no hay respuesta a la aplicación de aditivos.

**Cuadro 4. Prueba de comparación de medias de tratamientos correspondientes a temperatura.**

Tratamiento	Temperatura	
1. Testigo	26.275	<b>a</b>
3. Inhibidor	26.025	<b>ab</b>
13. Azufre + hongo	25.925	<b>ab</b>
11. Azufre + inhibidor	25.850	<b>ab</b>
4. Inhibidor + inoculante	25.825	<b>ab</b>
9. Azufre	25.800	<b>ab</b>
10. Azufre + inoculante	25.800	<b>ab</b>
12. Azufre + inhibidor + inoculante	25.675	<b>ab</b>
8. Hongo + inhibidor + inoculante	25.650	<b>ab</b>
5. Hongo	25.575	<b>ab</b>
15. Azufre + hongo + inhibidor	25.525	<b>ab</b>
7. Hongo + inhibidor	25.475	<b>ab</b>
14. Azufre + hongo + inoculante	25.425	<b>ab</b>
2. Inoculante	25.325	<b>ab</b>
6. Hongo + inoculante	24.875	<b>ab</b>
16. Azufre + hongo + inhibidor + inoculante	24.775	<b>b</b>

**Letras iguales no son estadísticamente significativas.**

En un estudio de Higginbotham *et al.* (1994) evaluaron un aditivo comercial a base de enzimas (celulasa y xilanasa) contra un control en ensilados de maíz. No encontraron respuesta del tratamiento para el pH. Para la temperatura reportan que esta fue monitoreada diariamente por 30 días y la temperatura más alta se presentó en ensilados tratados con el aditivo.

## **CONCLUSIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos para pH y temperatura en cada tratamiento se concluye que:

El uso de aditivos ácidos y bacterias acidolacticas reduce las condiciones de pH y de temperatura durante el proceso de fermentación del zacate Rye grass. Sin embargo, tal reducción no es lo suficientemente baja para que puedan presentarse trastornos digestivos en los caballos que consuman el ensilado.

## RESUMEN

Para determinar si el uso de aditivos ácidos y bacterias acidolacticas reducen el pH y la temperatura durante el proceso de fermentación en el zacate rye grass, se procedió a realizar el presente trabajo que tiene como objetivo evaluar el efecto de cuatro aditivos: inhibor (ácido propiónico), testigo, inoculante bacteriano y una mezcla de inhibor mas inoculante bacteriano en reducción de pH y temperatura.

Para el desarrollo del trabajo se utilizaron 64 pacas de zacate Rye grass de 23 kg de peso promedio que se colocaron en bolsas plásticas con cada uno de los tratamientos, se sellaron y se sometieron a un proceso de fermentación por un periodo de 45 días.

Llegados los 45 días se evaluó la temperatura dentro de la bolsa del microensilado en cada uno de los tratamientos, así mismo se tomaron muestras de zacate que se llevaron al laboratorio donde se peso 5 gr de para determinar el pH.

Los datos obtenidos de pH y temperatura de los 16 tratamientos con 20 repeticiones cada uno fueron analizados mediante un diseño completamente al azar, con arreglo factorial A X B X C X D.

El análisis de los resultados obtenidos para pH muestra que hay diferencia significativa entre los tratamientos. El tratamiento que presenta mayor respuesta es la mezcla azufre más inóculo bacteriano que presentó el pH más bajo 6.0850. Para la temperatura no hay diferencia entre los tratamientos, estadísticamente son iguales y no existe respuesta a la aplicación de aditivos.

Se concluye que uso de ácido propiónico y de bacterias acidolácticas reducen el pH y la temperatura a través de los 45 días del proceso de fermentación en el zacate Rye grass. Sin embargo, tal reducción no es tan drástica como para ocasionar trastornos digestivos a los caballos que consuman el ensilado.

## LITERATURA CITADA

- Acosta, S. J. E. 1998. Evaluación del estado nutricional en la practica equina. En: Memorias XX Congreso Anual AMMVEE (I Congreso Iberoamericano) Zacatecas, México.
- Avila, G. E.; S. A. Shimada y G. Llamas. 1990. Anabolicos y aditivos en la producción pecuaria. 1ª Ed. Sistema de educación continua en producción animal en México. México, D.F. pp. 49-53.
- Avila, L. J. 1999. Mitos y leyendas sobre la alimentación del caballo. En: Memorias 1er día de la Agronomía. ITESM. Monterrey, Nuevo León, México.
- Barnett, G. A. J. 1957. Fermentación del Ensilado. 1ª Ed. Editorial Aguilar. Madrid, España. 242 p.
- Baron, M. 1984. Cuidados del Caballo (Nociones prácticas de higiene). 1ª Ed. Editorial Continental. México D. F. pp. 82-86.
- Bjorge, B. M. 1996. Ensiling Process. <http://itsds3.agric.gor.ab.ca/crops/forage/silage/silag2.htm>
- Bondi, A. A. 1988. Nutrición animal 1ª Ed. Editorial Acribia. Zaragoza España. pp. 491-495.

- Blood, D. C. y Henderson J. A. 1977. Medicina veterinaria. 4ª Ed. Editorial Interamericana. México D. F. p. 89-92.
- Cassard, W. D. y Juergenson M. E. 1963. Practicas aprobadas en alimentos y alimentación. 1ª Ed. Editorial Azteca, México D. F. 290 p.
- Church, D. C. y Pond W. G. 1987. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2ª Ed. Editorial Limusa. México D. F. pp. 295-298.
- Cullinson, E. A. 1979. Feeds and Feeding. 2ª Ed. Edited by Reston Publishing company Inc. Virginia U. S. A. pp. 227-237.
- Cunningham J. G. 1992. Fisiología veterinaria. 1ª Ed. Editorial Mc. Graw Hill. México D. F. pp. 304-315
- Dennis, S. M.; M. A. Hinds; C. S. Zimmermann; W. M. Rutherford and T. M. Shelley. 1994. Effect of microbial inoculation and age silage on microbial populations and aerobic stability of high moisture corn. J. Anim. Sci. Vol. 72, Suppl. 1/J. Dairy Sci. Vol. 77, Suppl. 1. Abs. 861. pp. 224
- Ede, R. y F. Blood 1970. Ensilado. 1ª Ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp. 40 – 44
- Ensminger, M. E. 1975. Producción equina. 2ª Ed. Editorial El Ateneo. Buenos Aires, Argentina. pp. 197 – 200, 239
- Ensminger, M. E.; J. E. Oldfield y W. W. Heinemann. 1990. Feeds and Nutrition. 2ª Ed. Edited by Ensminger publishing company, California USA. pp. 232- 233, 332-334.
- Flores M. J. A. 1993. Manual de la alimentación animal. 1ª Ed. Noriega Editores. México D. F. pp. 780-826.

- Gamez, V. E. F. 1995. Aditivos empleados en la alimentación de los animales domésticos. Monografía de Licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. 91 p.
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climatológica de Koeppen. 2ª Ed. Instituto de Geografía. U.N.A.M., México, D. F.
- Gross, F. 1969. Silos y Ensilados, 1ª Ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 134 p.
- Haberman, J. J. 1987. Manual de veterinaria para granjeros y agricultores. 1ª Ed. Editorial continental. México D. F. pp. 259-260.
- Higginbotham, G. E.; C. A. Collar; S. C. Muellar and T. A. Shultz. 1994. Effect of an enzyme preparation on ensiling characteristics of corn silage. J. Anim. Sci. Vol. 72, Suppl. 1/J. Dairy Sci. Vol. 77, Suppl. 1. Abs. 640. pp. 167.
- Keady T. W. J. and J. J. Murphy. 1994. The effects of treatments of difficult-to-ensile herbage with a bacterial inoculant or high levels of formic acid on the intake and performance of lactating dairy cattle and studies on their potential concentrate sparing effects. J. Anim. Sci. Vol. 72, Suppl. 1/J. Dairy Sci. Vol. 77, Suppl. 1. Abs. 433. pp. 113.
- Llamas, L. G. 1990. Mejoradores de Forrajes En: Avila G. E.; S. A. Shimada y G. Llamas. 1990. Anabólicos y aditivos en la producción pecuaria. 1ª Ed. Sistema de educación continua en producción animal en México. México, D.F. pp. 49-63.
- Manuales para Educación Agropecuaria 1991. Cultivos Forrajeros. 5ª reimpresión. Editorial Trillas. México, D. F. 80 p.
- McDonald, P.; R. A. Edwards y J. F. D. Greenhalgh. 1975. Nutrición Animal. 2ª Ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 453. p.

- Mendoza, H. J. M. 1983. Boletín meteorológico para la zona de influencia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Merck & CO Inc. 1970. El Manual Merck de Veterinaria. 1ª Ed. Editorial Merck & CO Inc. New Jersey, E.U.A. pp. 57, 68, 69 y 85.
- Moore, I. 1968. Ensilado y Henificación. 3ª Ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 114 p.
- National Academy Press. 1981. Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals Edited by National Academy Press, Washington, D. C. USA. pp. 35 – 38.
- Peñagaricano, A. J., A. Walter y J. N. Llaneza. 1975. Ensilaje (Manejo y utilización de reservas forrajeras), 1ª Ed. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 343. p.
- Raymond, F., R. Redman and R., Waltham. 1986. Forage conservation and feeding. 4ª Ed. Edited by Hazell Watson & Viney Limited U. K. pp. 21–26.
- Real, V. C. O. 1990. Zootecnia Equina. 1ª Ed. Editorial Trillas. México, D. F. pp. 113- 116, 131.
- Shepperson, G., F. Raymond y R. Waltham 1977. Forraje Conservación y Alimentación. 2ª Ed. Ediciones Gea. Barcelona, España. 276 p.
- Seglar, W. J. 1997. Dairy Production Managment – Silage Managment. <http://www.pionner.com/xweb/usa/txt/restech/nutrition/dpm.htm#fer>.
- Smith, E. J.; A. R. Henderson; J. E. Oldman; D. A. Whitaker; K. Aitchinson; D. H. Anderson and J. M. Kelly. 1993. The influence of an inoculant/enzyme preparation as and additive for grass silage offered in combination with

three levels of concentrate supplementation on performance lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 48:70-78.

Sudano, Ch. S. 1979. Feeds and Pet Foods. Recent Developments. 1ª Ed. Noyes Data Corporation. Park Ridge. New Jersey, USA. pp. 129 –143.

Ulmer, D. E. y Juergenson E. M. 1977. Cría y Manejo del Caballo. 1ª Ed. Editorial Continental. México D. F. pp. 131, 139, 145.

Watson, J. S. y M. A. Smith 1984. El Ensilaje. 2ª Ed. Editorial Continental. México, D.F. 183 p.

Warren, J. Evans, A. Borthon., F. H. Harold y Van V. I. Dale 1979. El Caballo. 1ª Ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp. 235-236, 320-325.

Wolter R. 1977. Alimentación del caballo. 2ª Ed. Editorial Acribia. Zaragoza España. pp. 17-37.

Wooldridge, W. R. 1985. Enfermedades de los animales domésticos. (Alimentación e Higiene) 1ª Ed. Editorial Continental. México D.F. pp. 394, 395, 406, 407.

Zetina C. P. 1995. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (D. M. S.) y materia orgánica (D. M. O.) de 22 híbridos de maíz (*Zea mays* L.) ensilados. Tesis de Licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila. 75 p.

Zimmermann C. S.; M. A. Hinds; S. M. Dennis; D.J. Miller and W. D. Rice. 1994. Inoculation effect on fermentation and rate of dry matter digestibility of twelve varieties of alfalfa. J. Anim. Sci. Vol. 72, Suppl. 1/J. Dairy Sci. Vol. 77, Suppl. 1. Abs. 433. pp. 164.

## **APENDICE**

```

OPTIONS PS=62;
DATA PHV;
INPUT TRAT REP PH TMP;
CARDS;
1 1 6.2 27
1 2 6.3 27
1 3 6.2 27
1 4 6.2 23
1 5 6.2 27
1 6 6 26
1 7 5.9 26
1 8 6.3 27
1 9 6.2 27
1 10 6.2 26.5
1 11 6.5 26
1 12 6.5 26
1 13 6.8 27
1 14 6.6 27
1 15 6.4 26
1 16 6.4 26
1 17 6.4 27
1 18 6.5 26.5
1 19 6.4 24
1 20 6.8 26.5
2 1 6.4 25
2 2 6.5 25
2 3 6.4 24
2 4 6.6 22
2 5 6.4 25
2 6 6.3 24
2 7 6.2 26
2 8 6.4 26
2 9 6.4 26
2 10 6.4 26
2 11 6.4 25.5
2 12 6.4 25
2 13 6.5 26
2 14 6.6 25
2 15 6.4 25
2 16 6.4 25
2 17 6.4 26
2 18 6.4 27
2 19 6.3 27
2 20 6.4 26
3 1 6.4 22.5
3 2 6.4 25
3 3 6.4 26.5
3 4 6.4 26
3 5 6.4 26
3 6 6.0 26.5
3 7 6.2 27
3 8 6.1 27
3 9 6.2 26
3 10 6.2 24
3 11 6.0 26
3 12 6.4 26.5

```

3	13	5.8	26
3	14	6.0	27
3	15	6.1	26
3	16	6.3	26.5
3	17	6.4	27
3	18	6.4	25
3	19	6.7	27
3	20	6.4	27
4	1	6.0	27
4	2	6.4	26
4	3	6.2	27
4	4	7.7	24
4	5	6.1	26
4	6	6.1	25
4	7	6.3	24.5
4	8	6.7	25
4	9	6.1	24
4	10	6.0	25
4	11	6.0	26
4	12	5.8	27
4	13	5.8	27
4	14	5.8	26
4	15	5.8	26
4	16	6.0	26
4	17	6.1	27
4	18	6.0	25
4	19	6.2	26
4	20	6.0	27
5	1	6.2	26
5	2	6.2	26
5	3	6.8	27
5	4	6.3	27
5	5	6.3	25
5	6	6.4	25
5	7	6.2	25
5	8	6.4	25.5
5	9	6.2	24
5	10	6.4	26
5	11	6.2	26
5	12	6.2	25
5	13	6.1	26.5
5	14	6.2	26.5
5	15	6.2	26
5	16	6.1	25
5	17	6.0	25
5	18	6.0	25
5	19	6.1	25
5	20	6.0	24
6	1	6.0	26.5
6	2	6.6	26
6	3	6.0	26.5
6	4	6.1	26
6	5	6.0	26
6	6	6.0	24
6	7	6.1	25
6	8	6.3	25
6	9	6.1	25

6	10	6.2	25
6	11	6.3	24
6	12	6.6	25
6	13	6.5	25.5
6	14	6.2	24
6	15	6.3	24
6	16	6.2	25
6	17	6.1	24
6	18	6.1	25
6	19	6.0	25
6	20	6.6	24
7	1	6.0	26
7	2	6.1	25
7	3	6.1	26
7	4	6.2	27
7	5	6.0	26.5
7	6	6.7	26
7	7	6.4	25.5
7	8	6.4	24
7	9	6.2	26
7	10	6.3	26.5
7	11	6.4	25
7	12	6.4	24
7	13	6.4	26.5
7	14	6.4	26
7	15	6.4	24.5
7	16	6.2	24
7	17	6.1	25
7	18	6.2	25
7	19	6.1	26
7	20	6.0	25
8	1	5.8	25.5
8	2	5.9	26
8	3	6.0	27.5
8	4	5.8	26
8	5	6.2	26.5
8	6	6.9	25
8	7	6.0	24.5
8	8	6.2	25
8	9	5.9	24
8	10	6.2	26
8	11	6.4	27
8	12	6.4	27
8	13	6.7	26
8	14	6.4	26
8	15	6.4	24
8	16	6.0	26
8	17	6.2	26
8	18	6.6	24
8	19	6.0	26
8	20	6.1	25
9	1	6.1	26
9	2	6.2	25.5
9	3	6.2	26
9	4	6.2	26
9	5	6.1	25
9	6	6.4	26.5

9	7	6.4	26
9	8	6.2	26
9	9	6.3	26
9	10	6.8	24
9	11	5.8	25
9	12	5.8	27
9	13	5.8	26
9	14	5.8	26
9	15	6.0	27
9	16	6.8	26
9	17	6.2	26
9	18	6.3	25
9	19	6.2	26
9	20	6.4	25
10	1	6.0	25.5
10	2	6.0	26.5
10	3	6.6	26
10	4	6.2	26
10	5	6.0	26
10	6	6.4	26.5
10	7	6.4	26.5
10	8	6.3	26
10	9	6.2	26
10	10	6.2	24
10	11	5.8	25.5
10	12	5.8	24
10	13	5.8	26
10	14	5.8	26
10	15	5.8	27
10	16	6.0	25.5
10	17	6.0	26
10	18	6.2	24
10	19	6.0	27
10	20	6.2	26
11	1	6.2	27
11	2	6.3	26
11	3	6.2	27
11	4	6.2	27
11	5	6.2	25
11	6	6.4	25
11	7	6.2	27
11	8	6.3	27
11	9	6.3	26
11	10	6.2	26
11	11	6.6	24
11	12	6.6	24
11	13	6.7	25
11	14	6.6	25
11	15	6.6	23
11	16	6.4	27
11	17	6.2	26
11	18	6.2	26
11	19	6.4	27
11	20	6.7	27
12	1	6.1	25
12	2	5.9	26
12	3	6.0	26

12	4	6.2	26.5
12	5	6.5	25
12	6	6.2	25
12	7	6.8	25.5
12	8	6.2	27
12	9	6.2	26
12	10	6.0	26
12	11	6.4	26
12	12	6.2	26.5
12	13	6.3	25.5
12	14	6.4	26
12	15	6.2	25
12	16	6.2	26
12	17	6.2	25.5
12	18	6.2	26
12	19	6.0	24
12	20	6.3	24.5
13	1	6.6	26
13	2	6.3	26
13	3	6.6	24
13	4	6.2	25.5
13	5	6.5	26
13	6	6.3	27
13	7	6.4	27
13	8	6.8	26.5
13	9	6.4	27
13	10	6.4	26
13	11	5.8	24
13	12	5.7	26.5
13	13	5.7	27
13	14	5.8	26
13	15	5.7	26
13	16	6.1	25
13	17	6.1	26
13	18	6.1	27
13	19	6.1	24
13	20	6.2	26
14	1	6.0	26
14	2	6.2	25.5
14	3	6.3	25
14	4	6.2	26
14	5	6.3	24
14	6	6.2	25.5
14	7	6.4	26
14	8	6.4	25
14	9	6.3	26
14	10	6.3	25
14	11	6.3	26
14	12	6.2	23
14	13	6.3	25.5
14	14	6.3	26
14	15	6.3	26
14	16	6.4	25
14	17	6.3	26
14	18	6.6	24
14	19	6.2	26
14	20	6.2	27

15	1	6.3	27
15	2	6.2	26
15	3	6.3	26
15	4	6.3	27.5
15	5	6.3	26
15	6	6.2	24
15	7	6.2	25.5
15	8	6.4	26
15	9	6.2	26
15	10	6.8	25.5
15	11	5.9	25
15	12	6.2	25
15	13	5.9	26
15	14	6.2	24
15	15	6.0	25
15	16	6.1	25
15	17	6.0	25
15	18	5.9	24
15	19	6.1	26
15	20	6.0	26
16	1	6.2	25.5
16	2	6.0	26.5
16	3	6.2	25
16	4	6.1	27
16	5	6.1	26.5
16	6	6.1	26
16	7	6.2	26.5
16	8	6.0	24
16	9	6.0	25.5
16	10	6.1	25
16	11	5.8	23
16	12	6.4	23.5
16	13	5.3	24.5
16	14	6.2	24
16	15	6.2	25
16	16	5.8	24
16	17	6.2	22
16	18	6.3	24
16	19	5.9	24
16	20	6.2	24

```
PROC SORT; BY TRAT REP;  
PROC GLM;  
CLASS TRAT REP;  
MODEL PH TMP=TRAT REP;  
MEANS TRAT REP/TUKEY LINES E=REP;  
PROC PRINT;  
RUN;
```

General Linear Models Procedure  
Class Level Information

Class	Levels	Values
TRAT	16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
REP	20	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

Number of observations in data set = 320

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: PH

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	34	3.64000	0.10705882	1.87	0.0034
Error	285	16.30687500	0.05721711		

Corrected Total                    319            19.94687500

	R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean
	0.182485	3.840658	0.239201	6.22812500

  

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	15	2.63187500	0.17545833	3.07	0.0001
REP	19	1.00812500	0.05305921	0.93	0.5493

  

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	15	2.63187500	0.17545833	3.07	0.0001
REP	19	1.00812500	0.05305921	0.93	0.5493

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: TMP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	34	59.97031250	1.76383272	1.81	0.0054
Error	285	278.17890625	0.97606634		

Corrected Total                    319            338.14921875

	R-Square	C.V.	Root MSE	TMP Mean
	0.177349	3.859457	0.987961	25.5984375

  

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	15	39.58671875	2.63911458	2.70	0.0007
REP	19	20.38359375	1.07282072	1.10	0.3509

  

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	15	39.58671875	2.63911458	2.70	0.0007
REP	19	20.38359375	1.07282072	1.10	0.3509

## General Linear Models Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: PH

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 19 MSE= 0.053059  
 Critical Value of Studentized Range= 5.528  
 Minimum Significant Difference= 0.2847

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping		Mean	N	TRAT
	A	6.4100	20	2
	A	6.3750	20	11
B	A	6.3500	20	1
B	A C	6.2850	20	14
B	A C	6.2500	20	7
B	A C	6.2400	20	3
B	A C	6.2250	20	12
B	A C	6.2250	20	5
B	A C	6.2150	20	6
B	A C	6.2050	20	8
B	A C	6.2000	20	9
B	A C	6.1900	20	13
B	A C	6.1750	20	15
B	A C	6.1550	20	4
B	C	6.0850	20	10
	C	6.0650	20	16

## General Linear Models Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: TMP

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 19 MSE= 1.072821  
 Critical Value of Studentized Range= 5.528  
 Minimum Significant Difference= 1.2802

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	26.275	20	1
B A	26.025	20	3
B A	25.850	20	11
B A	25.825	20	4
B A	25.800	20	10
B A	25.800	20	9
B A	25.650	20	8
B A	25.650	20	12
B A	25.625	20	5
B A	25.525	20	15
B A	25.525	20	13
B A	25.475	20	7
B A	25.425	20	14
B A	25.325	20	2
B A	25.025	20	6
B	24.775	20	16

## General Linear Models Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: PH

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 19 MSE= 0.053059  
 Critical Value of Studentized Range= 5.752  
 Minimum Significant Difference= 0.3312

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	6.3375	16	8
A	6.3063	16	4
A	6.2938	16	10
A	6.2875	16	6
A	6.2813	16	20
A	6.2812	16	3
A	6.2688	16	7
A	6.2500	16	18
A	6.2250	16	12
A	6.2250	16	5
A	6.2188	16	2
A	6.2125	16	16
A	6.2062	16	14
A	6.2000	16	9
A	6.1813	16	17
A	6.1750	16	15
A	6.1625	16	11
A	6.1562	16	1
A	6.1500	16	13
A	6.1437	16	19

## General Linear Models Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: TMP

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 19 MSE= 1.072821  
 Critical Value of Studentized Range= 5.752  
 Minimum Significant Difference= 1.4894

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	26.031	16	3
A	26.000	16	13
A	25.875	16	2
A	25.844	16	1
A	25.781	16	4
A	25.750	16	20
A	25.719	16	7
A	25.719	16	5
A	25.687	16	8
A	25.687	16	19
A	25.656	16	14
A	25.594	16	17
A	25.469	16	9
A	25.437	16	16
A	25.406	16	10
A	25.344	16	15
A	25.312	16	6
A	25.312	16	12
A	25.250	16	11
A	25.094	16	18

OBS	TRAT	REP	PH	TMP
1	1	1	6.2	27.0
2	1	2	6.3	27.0
3	1	3	6.2	27.0
4	1	4	6.2	23.0
5	1	5	6.2	27.0
6	1	6	6.0	26.0
7	1	7	5.9	26.0
8	1	8	6.3	27.0
9	1	9	6.2	27.0
10	1	10	6.2	26.5
11	1	11	6.5	26.0
12	1	12	6.5	26.0
13	1	13	6.8	27.0
14	1	14	6.6	27.0
15	1	15	6.4	26.0
16	1	16	6.4	26.0
17	1	17	6.4	27.0
18	1	18	6.5	26.5
19	1	19	6.4	24.0
20	1	20	6.8	26.5
21	2	1	6.4	25.0
22	2	2	6.5	25.0
23	2	3	6.4	24.0
24	2	4	6.6	22.0
25	2	5	6.4	25.0
26	2	6	6.3	24.0
27	2	7	6.2	26.0
28	2	8	6.4	26.0
29	2	9	6.4	26.0
30	2	10	6.4	26.0
31	2	11	6.4	25.5
32	2	12	6.4	25.0
33	2	13	6.5	26.0
34	2	14	6.6	25.0
35	2	15	6.4	25.0
36	2	16	6.4	25.0
37	2	17	6.4	26.0
38	2	18	6.4	27.0
39	2	19	6.3	27.0
40	2	20	6.4	26.0
41	3	1	6.4	22.5
42	3	2	6.4	25.0
43	3	3	6.4	26.5
44	3	4	6.4	26.0
45	3	5	6.4	26.0
46	3	6	6.0	26.5
47	3	7	6.2	27.0
48	3	8	6.1	27.0
49	3	9	6.2	26.0
50	3	10	6.2	24.0
51	3	11	6.0	26.0
52	3	12	6.4	26.5
53	3	13	5.8	26.0
54	3	14	6.0	27.0
55	3	15	6.1	26.0

OBS	TRAT	REP	PH	TMP
56	3	16	6.3	26.5
57	3	17	6.4	27.0
58	3	18	6.4	25.0
59	3	19	6.7	27.0
60	3	20	6.4	27.0
61	4	1	6.0	27.0
62	4	2	6.4	26.0
63	4	3	6.2	27.0
64	4	4	7.7	24.0
65	4	5	6.1	26.0
66	4	6	6.1	25.0
67	4	7	6.3	24.5
68	4	8	6.7	25.0
69	4	9	6.1	24.0
70	4	10	6.0	25.0
71	4	11	6.0	26.0
72	4	12	5.8	27.0
73	4	13	5.8	27.0
74	4	14	5.8	26.0
75	4	15	5.8	26.0
76	4	16	6.0	26.0
77	4	17	6.1	27.0
78	4	18	6.0	25.0
79	4	19	6.2	26.0
80	4	20	6.0	27.0
81	5	1	6.2	26.0
82	5	2	6.2	26.0
83	5	3	6.8	27.0
84	5	4	6.3	27.0
85	5	5	6.3	25.0
86	5	6	6.4	25.0
87	5	7	6.2	25.0
88	5	8	6.4	25.5
89	5	9	6.2	24.0
90	5	10	6.4	26.0
91	5	11	6.2	26.0
92	5	12	6.2	25.0
93	5	13	6.1	26.5
94	5	14	6.2	26.5
95	5	15	6.2	26.0
96	5	16	6.1	25.0
97	5	17	6.0	25.0
98	5	18	6.0	25.0
99	5	19	6.1	25.0
100	5	20	6.0	24.0
101	6	1	6.0	26.5
102	6	2	6.6	26.0
103	6	3	6.0	26.5
104	6	4	6.1	26.0
105	6	5	6.0	26.0
106	6	6	6.0	24.0
107	6	7	6.1	25.0
108	6	8	6.3	25.0
109	6	9	6.1	25.0
110	6	10	6.2	25.0

OBS	TRAT	REP	PH	TMP
111	6	11	6.3	24.0
112	6	12	6.6	25.0
113	6	13	6.5	25.5
114	6	14	6.2	24.0
115	6	15	6.3	24.0
116	6	16	6.2	25.0
117	6	17	6.1	24.0
118	6	18	6.1	25.0
119	6	19	6.0	25.0
120	6	20	6.6	24.0
121	7	1	6.0	26.0
122	7	2	6.1	25.0
123	7	3	6.1	26.0
124	7	4	6.2	27.0
125	7	5	6.0	26.5
126	7	6	6.7	26.0
127	7	7	6.4	25.5
128	7	8	6.4	24.0
129	7	9	6.2	26.0
130	7	10	6.3	26.5
131	7	11	6.4	25.0
132	7	12	6.4	24.0
133	7	13	6.4	26.5
134	7	14	6.4	26.0
135	7	15	6.4	24.5
136	7	16	6.2	24.0
137	7	17	6.1	25.0
138	7	18	6.2	25.0
139	7	19	6.1	26.0
140	7	20	6.0	25.0
141	8	1	5.8	25.5
142	8	2	5.9	26.0
143	8	3	6.0	27.5
144	8	4	5.8	26.0
145	8	5	6.2	26.5
146	8	6	6.9	25.0
147	8	7	6.0	24.5
148	8	8	6.2	25.0
149	8	9	5.9	24.0
150	8	10	6.2	26.0
151	8	11	6.4	27.0
152	8	12	6.4	27.0
153	8	13	6.7	26.0
154	8	14	6.4	26.0
155	8	15	6.4	24.0
156	8	16	6.0	26.0
157	8	17	6.2	26.0
158	8	18	6.6	24.0
159	8	19	6.0	26.0
160	8	20	6.1	25.0
161	9	1	6.1	26.0
162	9	2	6.2	25.5
163	9	3	6.2	26.0
164	9	4	6.2	26.0
165	9	5	6.1	25.0

OBS	TRAT	REP	PH	TMP
166	9	6	6.4	26.5
167	9	7	6.4	26.0
168	9	8	6.2	26.0
169	9	9	6.3	26.0
170	9	10	6.8	24.0
171	9	11	5.8	25.0
172	9	12	5.8	27.0
173	9	13	5.8	26.0
174	9	14	5.8	26.0
175	9	15	6.0	27.0
176	9	16	6.8	26.0
177	9	17	6.2	26.0
178	9	18	6.3	25.0
179	9	19	6.2	26.0
180	9	20	6.4	25.0
181	10	1	6.0	25.5
182	10	2	6.0	26.5
183	10	3	6.6	26.0
184	10	4	6.2	26.0
185	10	5	6.0	26.0
186	10	6	6.4	26.5
187	10	7	6.4	26.5
188	10	8	6.3	26.0
189	10	9	6.2	26.0
190	10	10	6.2	24.0
191	10	11	5.8	25.5
192	10	12	5.8	24.0
193	10	13	5.8	26.0
194	10	14	5.8	26.0
195	10	15	5.8	27.0
196	10	16	6.0	25.5
197	10	17	6.0	26.0
198	10	18	6.2	24.0
199	10	19	6.0	27.0
200	10	20	6.2	26.0
201	11	1	6.2	27.0
202	11	2	6.3	26.0
203	11	3	6.2	27.0
204	11	4	6.2	27.0
205	11	5	6.2	25.0
206	11	6	6.4	25.0
207	11	7	6.2	27.0
208	11	8	6.3	27.0
209	11	9	6.3	26.0
210	11	10	6.2	26.0
211	11	11	6.6	24.0
212	11	12	6.6	24.0
213	11	13	6.7	25.0
214	11	14	6.6	25.0
215	11	15	6.6	23.0
216	11	16	6.4	27.0
217	11	17	6.2	26.0
218	11	18	6.2	26.0
219	11	19	6.4	27.0
220	11	20	6.7	27.0

OBS	TRAT	REP	PH	TMP
221	12	1	6.1	25.0
222	12	2	5.9	26.0
223	12	3	6.0	26.0
224	12	4	6.2	26.5
225	12	5	6.5	25.0
226	12	6	6.2	25.0
227	12	7	6.8	25.5
228	12	8	6.2	27.0
229	12	9	6.2	26.0
230	12	10	6.0	26.0
231	12	11	6.4	26.0
232	12	12	6.2	26.5
233	12	13	6.3	25.5
234	12	14	6.4	26.0
235	12	15	6.2	25.0
236	12	16	6.2	26.0
237	12	17	6.2	25.5
238	12	18	6.2	26.0
239	12	19	6.0	24.0
240	12	20	6.3	24.5
241	13	1	6.6	26.0
242	13	2	6.3	26.0
243	13	3	6.6	24.0
244	13	4	6.2	25.5
245	13	5	6.5	26.0
246	13	6	6.3	27.0
247	13	7	6.4	27.0
248	13	8	6.8	26.5
249	13	9	6.4	27.0
250	13	10	6.4	26.0
251	13	11	5.8	24.0
252	13	12	5.7	26.5
253	13	13	5.7	27.0
254	13	14	5.8	26.0
255	13	15	5.7	26.0
256	13	16	6.1	25.0
257	13	17	6.1	26.0
258	13	18	6.1	27.0
259	13	19	6.1	24.0
260	13	20	6.2	26.0
261	14	1	6.0	26.0
262	14	2	6.2	25.5
263	14	3	6.3	25.0
264	14	4	6.2	26.0
265	14	5	6.3	24.0
266	14	6	6.2	25.5
267	14	7	6.4	26.0
268	14	8	6.4	25.0
269	14	9	6.3	26.0
270	14	10	6.3	25.0
271	14	11	6.3	26.0
272	14	12	6.2	23.0
273	14	13	6.3	25.5
274	14	14	6.3	26.0
275	14	15	6.3	26.0

OBS	TRAT	REP	PH	TMP
276	14	16	6.4	25.0
277	14	17	6.3	26.0
278	14	18	6.6	24.0
279	14	19	6.2	26.0
280	14	20	6.2	27.0
281	15	1	6.3	27.0
282	15	2	6.2	26.0
283	15	3	6.3	26.0
284	15	4	6.3	27.5
285	15	5	6.3	26.0
286	15	6	6.2	24.0
287	15	7	6.2	25.5
288	15	8	6.4	26.0
289	15	9	6.2	26.0
290	15	10	6.8	25.5
291	15	11	5.9	25.0
292	15	12	6.2	25.0
293	15	13	5.9	26.0
294	15	14	6.2	24.0
295	15	15	6.0	25.0
296	15	16	6.1	25.0
297	15	17	6.0	25.0
298	15	18	5.9	24.0
299	15	19	6.1	26.0
300	15	20	6.0	26.0
301	16	1	6.2	25.5
302	16	2	6.0	26.5
303	16	3	6.2	25.0
304	16	4	6.1	27.0
305	16	5	6.1	26.5
306	16	6	6.1	26.0
307	16	7	6.2	26.5
308	16	8	6.0	24.0
309	16	9	6.0	25.5
310	16	10	6.1	25.0
311	16	11	5.8	23.0
312	16	12	6.4	23.5
313	16	13	5.3	24.5
314	16	14	6.2	24.0
315	16	15	6.2	25.0
316	16	16	5.8	24.0
317	16	17	6.2	22.0
318	16	18	6.3	24.0
319	16	19	5.9	24.0
320	16	20	6.2	24.0