

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTEC.



Digestibilidad "IN VIVO" de Dietas a base de Paja de Trigo en Combinación con tres Niveles de Melaza y dos Niveles de Harinolina.

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A:
MIGUEL RAMIREZ SANCHEZ
GUADALAJARA, JAL. 1983

Si un hombre empieza con certidumbres,
acabará con dudas,
pero si se conforma con empezar con dudas,
acabará con certidumbres.

FRANCIS BACON

AGRADECIMIENTOS



A MIS PADRES CON AMOR POR
PERMITIRME LUCHAR EN LA VIDA

SANTIAGO Y MARIA DE LA LUZ

A MIS SEGUNDOS PADRES POR SU CARÍÑO,
CONFIANZA, APOYO Y ESTIMULOS A MI PERSONA

ANNA MARIA, GUILLERMO Y ROSARIO

A TODOS MIS HERMANOS CON
INFINITO CARÍÑO

MARIA IRENE Y SANTIAGO

ANNA BOLENA Y JESUS FERNANDO

MARIA ELENA Y JULIO CESAR

ALMA LILIAN Y JUAN CARLOS (q.e.p.d.)

CLAUDIA GABRIELA Y SERGIO RUBEN

CARLA PATRICIA Y GERARDO

MARTHA RUTH

CECILIA PATRICIA

A LOS M.V.Z., M.S. ROBERTO ZAMBRANO G.
Y GERARDO LLAMAS L., POR SU DESINTERE
SADA AYUDA Y SUS VALIOSOS CONSEJOS PA
RA LA ELABORACION DE ESTA TESIS.

AL M.V.Z., M.S. ROGELIO GOMEZ A.,
POR SU DEDICACION Y EMPEÑO COMO
ASESOR DE ESTA TESIS.

AL DR. RAFAEL COTA A., POR SU
GRAN CALIDAD HUMANA Y SU APO-
YO MORAL DURANTE MI FORMACION
ACADEMICA.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

P. M.V.Z. GUILLERMO MARTINEZ V.

P. M.V.Z. RAFAEL GONZALEZ A.

P. M.V.Z. DAVID GUZMAN R.

RAUL GONZALEZ A.

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA,
A MI QUERIDA FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA Y A SUS
MAESTROS, CON EL CARÍÑO Y RESPETO
QUE MERECE.

A MI HONORABLE JURADO:

PRESIDENTE: MVZ. OCTAVIO RIVERA MARTINEZ

SECRETARIO: MVZ. ANTONIO TOSCANO HERNANDEZ

PRIMER VOCAL: MVZ. PABLO HARO HARO

SEGUNDO VOCAL: MVZ. DONAJI RUTH SANCHEZ GLEZ.

TERCER VOCAL: MVZ. JOSE RIZO AYALA.

INDICE

INDICE GENERAL

| | |
|----------------------------|----|
| INTRODUCCION | 1 |
| MATERIAL Y METODOS | 8 |
| RESULTADOS | 14 |
| DISCUSION | 21 |
| CONCLUSIONES | 35 |
| SUMARIO | 37 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 40 |
| ANEXO | I |

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Dentro de las actividades agropecuarias del Estado de Sonora, la agricultura bajo riego es probablemente la actividad económica y social más importante y de los diversos cultivos que se siembran el trigo ocupa un lugar primordial, debido a la importancia de este cereal en la dieta del pueblo de México.

La superficie de área de cultivo dedicada al trigo en el Estado de Sonora durante el ciclo 1981 - 1982 fue de 346,814 has, que representó el 46% de la superficie total cultivable del Estado de Sonora. Para el ciclo 1982 - 1983 se estima que el área de cultivo para dicho cereal será de 295,595 has (S.A.R.H., 1983).

De este cultivo, una vez cosechado el grano, se obtiene la paja de trigo, la cual se considera como un esquilmo agrícola. La producción de paja de trigo es aproximadamente de 2.5 ton/ha (Zambrano y Félix, 1977). De acuerdo a esta información podemos estimar la producción de paja de trigo en aproximadamente 738,987.5 ton para el presente año. Por lo general este subproducto de la agricultura es utilizado muy poco por los ganaderos y agricultores en la alimentación de rumiantes, desperdiándose consecuentemente una fuente de energía barata.

En la engorda de ganado actualmente los costos de alimentación representan más del 70% de los costos tota-

les de producción, por esta razón es urgente buscar alternativas para reducir las erogaciones por este concepto.

Con el uso de la paja de trigo en la alimentación de rumiantes, se aprovecharía íntegramente el cultivo de trigo e indiscutiblemente se incrementarían las utilidades para el agricultor, se aumentaría la producción animal y se lograría una mayor integración agropecuaria.

Desafortunadamente, en la mayoría de los casos el agricultor quema la paja de trigo o la reincorpora en el campo de cultivo, debido principalmente a que representa un problema su recolección y manejo y a la necesidad de preparar la tierra inmediatamente para el siguiente cultivo. Por otro lado, el ganadero tiene poco interés en su uso debido a su bajo valor alimenticio.

Entre las principales características de la paja de trigo que determinan su baja calidad alimenticia, se encuentra su alto contenido de fracciones fibrosas de escasa digestibilidad (Johnson y Pezo, 1975), su deficiencia en nitrógeno, fósforo y vitaminas (National Academy of Sciences, 1976) y su naturaleza voluminosa y baja densidad de energía que ocasiona una reducción en el consumo de forraje y por consiguiente de energía disponible para producción.

Dentro de las diversas actividades de investigación que desarrolla el Instituto Nacional de Investigaciones

Pecuarias (I.N.I.P.), está la de encontrar la tecnología adecuada para utilizar eficientemente los esquilmos agrícolas en la alimentación de rumiantes, por ser los únicos animales domésticos capaces de poder utilizar este gran potencial forrajero. Los rumiantes pueden digerir cantidades significativas de celulosa y hemicelulosa de los forrajes toscos, gracias a la ayuda de su microflora ruminal que desdobra estos productos para producir ácidos grasos volátiles, los cuales son una fuente energética para el rumiantes (Hungate, 1966). Mediante la utilización de esta energía los rumiantes producen proteína de excelente calidad para el consumo humano.

Diversas pruebas de comportamiento y digestibilidad indican que el consumo de forraje, energía digestible y ganancia diaria de peso (G.D.P.) se incrementan mediante la suplementación proteica a rumiantes consumiendo dietas a base de paja de trigo como principal fuente de energía (Swingle, Araiza y Urías, 1977; Bhattacharya y Pervez 1973; Mulholland, Coombe y McManus, 1976). Por otra parte, Zambrano y Cajal (1980), Zambrano y Félix (1977 a,b) y Theurer et al. (1978, 1979), al alimentar novillos con paja de trigo más suplementación proteica y bajos niveles de melaza y/o grano, obtuvieron ganancias diarias de peso que oscilaron entre 400 y 550 gramos.

Estos resultados indican que no obstante se suplemente el nivel adecuado de proteína, las G.D.P. son po-

bres, indicando que la principal limitante de estos esquilmos agrícolas para obtener mayores aumentos de peso, es su baja disponibilidad de energía para producción, motivo por el cual, si se desea incrementar las ganancias de peso y mejorar la eficiencia alimenticia (E.A.) es necesario incluir en la dieta niveles más elevados de energía en forma de melaza o grano.

Burroughs et al. (1949 a), Hamilton (1942), Mitchell Halmilton y Haines (1940) y Mulholland et al. (1976), han observado que la adición de glúcidos de fácil asimilación, como lo es el almidón, a dietas a base de forrajes, disminuye el consumo y la digestibilidad de éstos, y en ciertos casos se reduce el valor nutritivo de la ración. Con respecto a la melaza, Zorrilla y Merino (1970) y Covarrubias, Bravo y López (1972), notifican que las G.D.P. y la digestibilidad de la fibra cruda disminuye cuando se eleva el nivel de melaza de 15 a 30% en raciones isoproteicas para ovinos.

Por otro lado, Scales et al. (1974), Clanton y Zimmerman (1970), Burroughs et al. (1949 a,b) y El-Shazly, Dehority y Johnson (1961), mencionan que el incremento de energía de fácil asimilación a dietas a base de forraje de mala calidad requiere de una adición extra de proteína si se desea mejorar las ganancias y mantener un nivel aceptable de consumo y digestibilidad del forraje.

Así vemos que Zambrano (1978), encontró que la adi-

ción de grano de sorgo en un 25-50 y 75% en dietas a base de paja de trigo para borregos incrementó significativamente las G.D.P. y mejoró la E.A. según se elevó el nivel de grano, e indica que el consumo diario de proteína se incrementó al elevar el nivel de grano, lo que probablemente favoreció la utilización de la combinación paja:grano. Zambrano y Cajal (1980), observaron G.D.P. de 1.150 kg en toretes de 340 kg alimentados con raciones a base de 50% melaza, 29% paja de trigo y 21% harinolina.

Las ganancias de peso y la eficiencia alimenticia son probablemente los factores más importantes desde el punto de vista económico, no obstante, si el objetivo es obtener la máxima utilización de los residuos y subproductos agrícolas, un consumo y digestibilidad adecuada es de primordial importancia.

Los objetivos de este trabajo fueron:

1. Estudiar el efecto de la adición de niveles crecientes de melaza sobre el consumo voluntario y la digestibilidad de raciones preparadas en base a paja de trigo.
2. Estudiar el efecto de usar dos niveles de proteína sobre la digestibilidad de raciones preparadas en base a paja de trigo más melaza.
3. Orientar estudios para la mejor utilización de los forrajes toscos de mala calidad en rumiantes.

MATERIAL Y METODOS



M A T E R I A L

Rancho Experimental C.I.P.E.S. (Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora)

Veinticuatro borregos machos castrados de raza Tabasco o Pelibuey.

Laboratorio General de Nutrición Animal.

Unidad de digestibilidad.

Planta de producción de alimento.

Báscula (para el pesaje de los animales, de los alimentos, así como los sobrantes)

MATERIAL Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora (CIPES) del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, ubicado en el Municipio de Carhó, Sonora.

MANEJO DE LOS ANIMALES

Se emplearon 24 borregos castrados de la raza Tabasco, con un peso promedio de 33.4 kg, distribuidos al azar en cuatro borregos por tratamiento. Antes del inicio de la prueba los animales fueron desparasitados internamente, con Clorhidrato de Levamisol e inyectados con 500,000 U.I. de vitamina A. Inicialmente los animales fueron alojados por 30 días en corraletas individuales en piso, donde disponían de agua y alimento a libertad. Este período se llevó a cabo con el propósito de que los animales se adaptaran a las dietas experimentales y tuvieran un consumo de alimento constante. Posterior a este período los animales fueron alojados en jaulas metabólicas modelo CIPES (ver Anexo 1 para el modelo de las jaulas). Los borregos permanecieron en las jaulas durante 24 días. El alimento se ofreció dos veces al día, por la mañana y por la tarde, y durante los primeros siete días se permitió que los animales llegaran a un consumo similar al obtenido en piso. En los siguientes

tes diez días se obtuvo el consumo voluntario por día de las dietas experimentales, para lo cual se pesó el alimento ofrecido y rechazado diariamente, permitiéndose al rededor del 10% de sobrantes. Durante los últimos siete días se colectaron el total de heces excretadas por día para la determinación de digestibilidad; en este período el alimento ofrecido se redujo a la cantidad promedio consumida en los diez días previos. Diariamente en la mañana se medía el consumo de alimento. Muestras de alimento ofrecido y rechazado eran almacenadas para su análisis químico. El total de heces se pesaba y una alicuta se conservó en refrigeración para su análisis. Durante toda la prueba el alimento se proporcionó en dos comidas, a las 8 a.m. y a las 5 p.m., con el fin de reducir la selección del alimento por parte de los animales. También se proporcionó agua fresca a libertad.

DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se siguió fue totalmente al azar en un arreglo factorial 2 x 3. Los factores fueron: a) dos niveles de proteína 11 y 13% y b) tres niveles de melaza en las dietas 15, 30 y 45%. En total se tenían cuatro repeticiones por tratamiento.

DIETAS EXPERIMENTALES

De acuerdo al diseño experimental se prepararon seis dietas empleando paja de trigo, melaza, harinolina

y otros ingredientes. El Cuadro 1 presenta la composición de las dietas experimentales. Los niveles de melaza que se utilizaron se fijaron previamente y las dietas se balancearon a los niveles de proteína utilizando como variables harinolina y paja de trigo.

CUADRO 1
RACIONES EXPERIMENTALES (BASE SECA)

| % PROTEINA CRUDA | 11 | | | 13 | | |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|
| % MELAZA: | 15 | 30 | 45 | 15 | 30 | 45 |
| % INGREDIENTES | | | | | | |
| Paja de trigo | 69.0 | 54.2 | 39.3 | 64.3 | 49.4 | 34.6 |
| Harinolina | 13.6 | 13.4 | 13.3 | 18.3 | 18.2 | 18.0 |
| Melaza | 15.0 | 30.0 | 45.0 | 15.0 | 30.0 | 45.0 |
| Premezcla ^a | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 |

a Premezcla: 1% urea, 0.7% roca fosfórica, 0.6% sal, 0.02% vitamina A (20,000 UI/g), 0.05% minerales traza, 0.025% rumensin.

Para elevar el nivel de proteína de 11 a 13%, se tuvo que aumentar la harinolina en 4.7% a expensas de la paja de trigo. Asimismo, para aumentar el nivel de melaza en las dietas de 15 a 30 y 45% hubo que disminuir el nivel de paja de trigo en la dieta. Sin embargo el nivel más bajo de paja de trigo fue de 34.6% que representa una porción considerable en la dieta.

MANEJO DE LAS MUESTRAS PARA ANALISIS

Del alimento ofrecido, alimento rechazado y heces

colectadas, se colectó diariamente una porción de $\pm 10\%$ de su peso, las cuales se conservaron en refrigeración a una temperatura de 5°C . Al final del período de colección, las muestras obtenidas de cada borrego se mezclaron y de ahí se obtuvo una muestra para ser analizada. Las muestras de alimento fueron conjuntadas además por tratamiento. Las muestras así obtenidas se desecaron por duplicado en una estufa de aire forzado a 60°C durante 48 horas. Con los pesos de antes y después de desecar se determinó la materia seca de los alimentos, sobrantes y de las heces. La resta de la materia seca rechazada de la ofrecida representa la cantidad neta de materia seca consumida y, la del total de las heces, la materia seca excretada o no digerida.

DETERMINACIONES

Todas las muestras fueron analizadas para determinar la cantidad de materia seca y cenizas de acuerdo a los métodos del A.O.A.C. (1970). La fibra detergente neutro (paredes celulares) se determinó utilizando la técnica de Robertson y Van Soest (1977), la fibra detergente ácido (lignocelulosa) y la celulosa se determinaron como indica Goering y Van Soest (1970). La hemicelulosa se estimó como la diferencia entre la fibra detergente neutro y la fibra detergente ácido. La energía bruta de todas las muestras se obtuvo en una bomba calorimétrica "Parr" bajo condiciones adiabáticas.

Para determinar los coeficientes de digestibilidad de cada nutriente se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Digestibilidad estimada} = \frac{\text{g nutriente consumido} - \text{g nutriente excretado}}{\text{g nutriente consumido}} \times 100$$

Los parámetros obtenidos fueron el consumo voluntario de materia seca y energía digestible, la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, proteína y fracciones de fibras. También se obtuvo la energía digestible y la digestibilidad de la energía bruta de las raciones experimentales.

ANALISIS ESTADISTICO

La información numérica obtenida se analizó estadísticamente por análisis de varianza de acuerdo a los métodos descritos por Steel y Torrie (1980). Además se realizaron los siguientes contrastes ortogonales: efecto lineal y cuadrático de nivel de melaza y sus interacciones con el nivel de proteína.

RESULTADOS

RESULTADOS

Los resultados de consumo se presentan en el Cuadro 2. El consumo voluntario de materia seca por día se incrementó linealmente conforme se elevó el nivel de melaza tanto cuando se expresó este consumo en gramos por día ($P < .01$) como cuando se calculó en gramos por kilogramo de peso ($P < .05$). No se encontraron diferencias estadísticas atribuibles al nivel de proteína de las dietas en el consumo de materia seca.

El porcentaje de digestibilidad para la materia seca, materia orgánica y proteína cruda se presenta en el Cuadro 3. Para la digestibilidad de la materia seca y materia orgánica se observó un incremento lineal al aumentar el nivel de melaza ($P < .01$), no encontrándose efecto alguno en la digestibilidad de estos componentes debido a los diferentes niveles de proteína de las dietas. La digestibilidad de la proteína cruda aumentó ligeramente con el nivel de 13% ($P < .05$), sin observarse ningún efecto en este parámetro ocasionado por los diferentes niveles de melaza.

Por otra parte, la digestibilidad de la energía bruta (E.B.) se incrementó en forma lineal al aumentar el nivel de melaza ($P < .01$), no existiendo efecto alguno debido al nivel de proteína (Cuadro 3).

CUADRO 2

COMPORTAMIENTO DE LOS BORREGOS AL CONSUMO VOLUNTARIO DE ALIMENTO DURANTE LA PRUEBA DE DIGESTIBILIDAD^{1/}

| PROTEINA (%) | MELAZA (%) | PESO X DE LOS ANIMALES (kg) | CONSUMO VOLUNTARIO DE MATERIA SECA | |
|----------------|------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| | | | g/día ^{2/} | g/kg peso/día ^{3/} |
| 11 | 15 | 31.4 | 874.4 | 27.8 |
| 11 | 30 | 33.0 | 1019.5 | 30.9 |
| 11 | 45 | 33.1 | 1137.4 | 34.4 |
| 13 | 15 | 33.1 | 941.1 | 28.4 |
| 13 | 30 | 34.2 | 1147.7 | 33.6 |
| 13 | 45 | 31.2 | 1158.7 | 37.1 |
| ERROR ESTANDAR | | 2.5 | 76.4 | 3.2 |

^{1/} Cada valor es la media de cuatro repeticiones.

^{2/} Efecto lineal para nivel de melaza ($P < .01$)

^{3/} Efecto lineal para nivel de melaza ($P < .05$)

CUADRO 3

PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA, DE LA MATERIA ORGANICA
Y DE LA PROTEINA CRUDA DE LAS RACIONES EXPERIMENTALES^{1/}

| PROTEINA (%) | MELAZA (%) | % DIGESTIBILIDAD MATERIA SECA ^{2/} | % DIGESTIBILIDAD MATERIA ORGANICA ^{2/} | % DIGESTIBILIDAD PROTEINA CRUDA ^{3/} | % DIGESTIBILIDAD ENERGIA BRUTA ^{2/} |
|----------------|------------|---|---|---|--|
| 11 | 15 | 54.8 | 58.1 | 65.8 | 55.9 |
| 11 | 30 | 61.9 | 63.4 | 60.5 | 59.2 |
| 11 | 45 | 65.0 | 66.2 | 59.4 | 63.4 |
| 13 | 15 | 58.2 | 60.7 | 67.5 | 58.1 |
| 13 | 30 | 61.1 | 62.7 | 62.7 | 58.7 |
| 13 | 45 | 66.7 | 68.9 | 65.2 | 65.7 |
| ERROR ESTANDAR | | 1.2 | 1.4 | 2.6 | 1.2 |

1/ Cada valor es la media de cuatro repeticiones

2/ Efecto lineal para nivel de melaza ($P < .01$)

3/ Niveles de protefina son diferentes ($P < .05$)

En el Cuadro 4 se presentan los coeficientes de digestibilidad de las paredes celulares, lignocelulosa, hemicelulosa y celulosa de las dietas, los cuales no se vieron afectados por el nivel de melaza o proteína incluida ($P < .05$). Se encontró una interacción significativa entre el nivel de proteína y nivel de melaza ($P < .05$) para la digestibilidad de la celulosa, pero este efecto no se considera real ya que resulta de dos valores dispares obtenidos con el nivel de 30% de melaza, en los niveles de 11 y 13% de proteína.

En el Cuadro 5 se presenta el contenido de energía (E.D.) en Kcal por kg de alimento obtenido en la prueba para estas dietas, encontrándose nuevamente un incremento lineal debido al nivel de melaza ($P < .01$), siendo además diferentes las dietas con 11 y 13% de proteína cruda ($P < .05$); en este cuadro también se presenta el consumo voluntario de energía digestible en Kcal por kilogramo de peso por día, el cual se elevó en forma muy marcada al incrementar el nivel de melaza ($P < .01$).

CUADRO 4

PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD DE LAS PAREDES CELULARES DE LA LIGNOCELULOSA, HEMICELULOSA Y CELULOSA DE LAS RACIONES EXPERIMENTALES Y QUE FUERON APORTADAS POR LA PAJA DE TRIGO PRINCIPALMENTE^{1/}

| PROTEINA (%) | MELAZA (%) | PAREDES CELULARES | LIGNOCELULOSA | HEMICELULOSA | CELULOSA ^{2/} |
|----------------|------------|-------------------|---------------|--------------|------------------------|
| 11 | 15 | 46.2 | 41.0 | 56.1 | 59.5 |
| 11 | 30 | 52.3 | 45.2 | 67.7 | 63.6 |
| 11 | 45 | 44.2 | 41.5 | 50.6 | 59.5 |
| 13 | 15 | 46.2 | 43.7 | 47.6 | 62.3 |
| 13 | 30 | 44.9 | 39.5 | 58.2 | 52.4 |
| 13 | 45 | 45.8 | 40.4 | 59.7 | 56.6 |
| ERROR ESTANDAR | | 2.2 | 1.9 | 4.6 | 2.3 |

^{1/}Cada valor es la media de cuatro repeticiones

^{2/} Interacción entre el nivel de proteína y nivel de melaza ($P < .05$)

CUADRO 5

VALORES DE ENERGIA DIGESTIBLE DE LAS RACIONES EXPERIMENTALES
Y DEL CONSUMO VOLUNTARIO DE ENERGIA DIGESTIBLE
POR LOS BORREGOS^{1/}

| TRATAMIENTO | | ENERGIA DIGESTIBLE Kcal/kg ^{2,3/} | CONSUMO VOLUNTARIO |
|-----------------|---------------|---|--|
| PROTEINA (%) | MELAZA (%) | | E.D. Kcal/kg peso/día ^{2/} |
| 11 | 15 | 2166.5 | 59.7 |
| 11 | 30 | 2260.1 | 69.8 |
| 11 | 45 | 2422.1 | 83.2 |
| 13 | 15 | 2311.4 | 65.4 |
| 13 | 30 | 2293.3 | 77.4 |
| 13 | 45 | 2563.7 | 95.4 |
| ERROR ESTANDAR | | 46.0 | 7.7 |

^{1/} Cada valor es la media de cuatro repeticiones

^{2/} Efecto lineal para nivel de melaza ($P < .01$)

^{3/} Niveles de proteína son diferentes ($P < .05$)

DISCUSSION



DISCUSION

En el Cuadro 1 puede observarse que al incluir más melaza, el contenido de paja de trigo disminuyó, por lo que la densidad energética de estas dietas se incrementó considerablemente como se ve en la Figura 1. Este incremento facilitaría al animal aliviar el vaciado del rumen, permitiéndole un mayor consumo de materia seca, lo cual fue evidente en el trabajo como se muestra en las Figuras 2 y 3. Estos resultados se consideran acordes con trabajos que demuestran este efecto (Conrad, 1966; Baungardt, 1970). En consecuencia, el consumo de energía digestible aumentó marcadamente y al mismo tiempo aumentó el consumo de proteína cruda, expresados en Kcal/kg de peso y en g/kg de peso respectivamente, como se observa en las Figuras 4 y 5.

Las digestibilidades de materia seca, materia orgánica y energía bruta se incrementaron linealmente al aumentar el nivel de melaza ($P < .01$), lo cual es consecuencia de la mayor digestibilidad de la melaza con respecto a la paja de trigo, resultando en los incrementos en el contenido de E.D. ya discutidos.

No se encontró diferencia significativa atribuible al nivel de proteína utilizado para los parámetros de consumo de alimento y energía o para la digestibilidad de éstos; sin embargo, los resultados obtenidos con el nivel de 13% de proteína fueron consistentemente más al-

tos y se logró obtener una diferencia significativa ($P < .05$) para el contenido de E.D. (Figura 1) a favor del nivel alto de proteína. Considerando que la solubilidad del nitrógeno de la harinolina es cercana al 43% (datos obtenidos en este laboratorio) el aumento de proteína verdadera soluble en el rumen pudo haber ayudado a una mayor eficiencia en el crecimiento bacteriano, ya que se ha demostrado que cuando la tasa de fermentación es rápida (ejemplo dietas con melaza), las bacterias ruminales requieren de aminoácidos preformados (Hume, 1970; Maeng, Van Nevel y Baldwin, 1976). Por otro lado, se sabe que en dietas altas en melaza la eficiencia de la síntesis proteica en el rumen disminuye debido a la predación de los protozoarios sobre las bacterias ruminales, ya que además con estas dietas la tasa de salida de los protozoarios del rumen es muy lenta en relación a la tasa de recambio del contenido ruminal (Leng et al. 1981). Para contrarrestar este efecto es necesario aumentar la cantidad de proteína de las dietas (Bird y Leng, 1978). Además el mayor aporte de proteína de sobrepaso ocasiona que el consumo voluntario de los animales se mejore (Chalupa, 1975; Ørskov, 1981), tal como se observó en esta prueba.

Por otra parte, la digestibilidad de la proteína aumentó ligeramente con el nivel de 13% ($P < .05$) al parecer debido a la inclusión de más harinolina a costa de la paja de trigo.

La digestibilidad de las paredes celulares, hemicelulosa, celulosa y lignocelulosa no se vieron afectadas por el nivel de melaza o proteína incluida ($P > .05$), lo cual indica que la presencia de los carbohidratos de la melaza no fueron un obstáculo para la adecuada utilización de las fracciones fibrosas de la paja de trigo, que era la principal fuente de fibra en estas raciones. Estos resultados están en desacuerdo a los obtenidos por Zorrilla y Merino (1970) y Covarrubias, Bravo y López (1972), los cuales reportan que las ganancias diarias de peso y la digestibilidad de la fibra cruda disminuyen cuando es elevado el nivel de melaza de 15 a 30% en raciones isoproteicas para ovinos.

El uso eficiente de la energía que proporciona la melaza y la paja de trigo puede llevarnos a un aumento en la producción animal. Con estas dietas se realizó un experimento de crecimiento de novillos en este campo experimental. Se observó que al aumentar el nivel de melaza en las dietas con 13% de proteína la ganancia diaria de peso de los animales aumentaba mejorándose también la conversión alimenticia. Este efecto no se encontró cuando el nivel de proteína era del 11%. Las ventajas económicas de utilizar estas dietas se discuten en ese trabajo que está parcialmente reportado por Romero y colaboradores (1983).

FIGURA 1. Contenido de energía digestible (Kcal/kg) en dietas a base de paja de trigo con niveles de melaza y proteína.

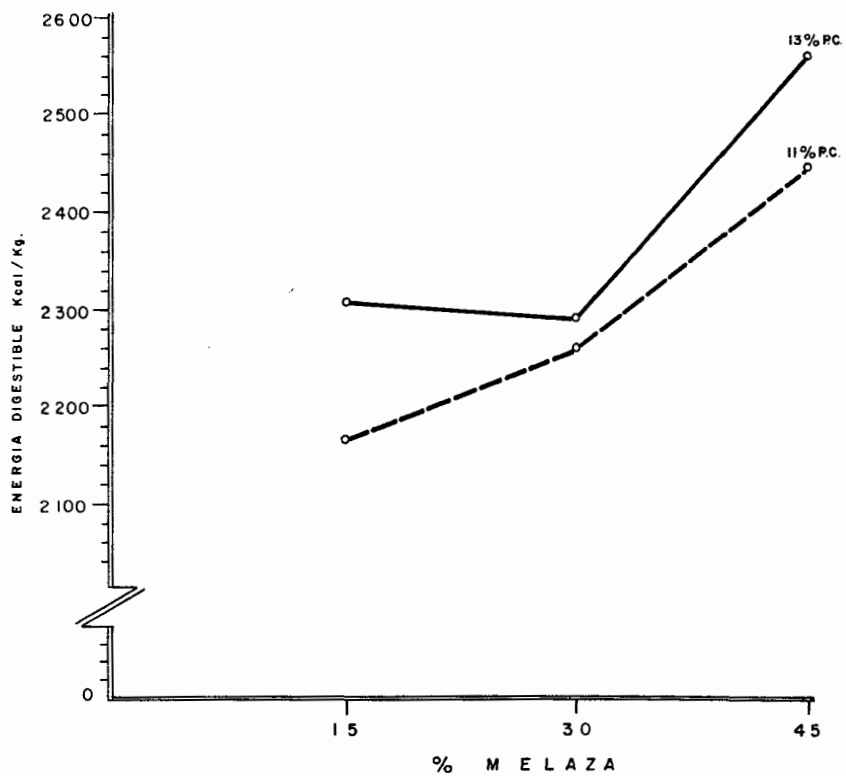


FIGURA 2. Consumo voluntario de materia seca (g/día) en dietas a base de paja de trigo con niveles de melaza y proteína.

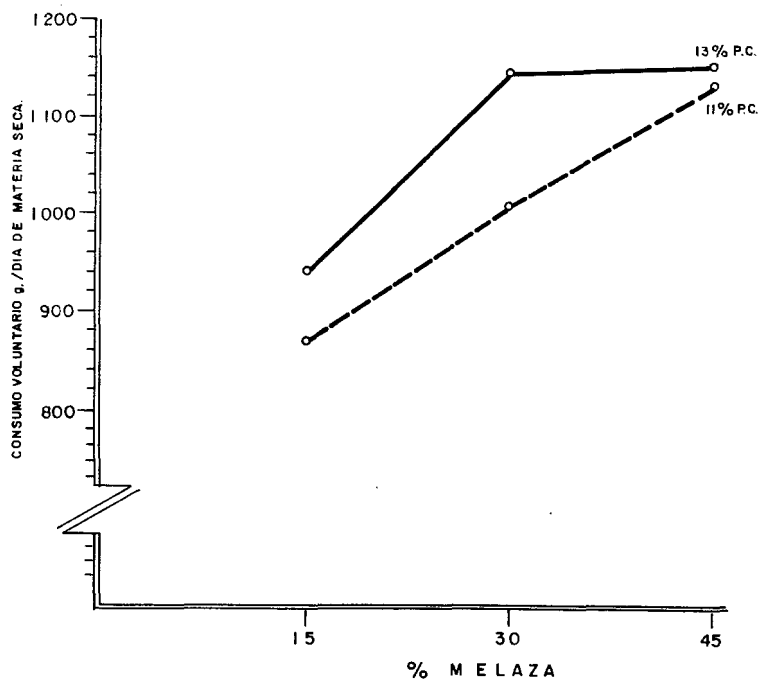


FIGURA 3. Consumo voluntario de materia seca (g/día/kg de peso) en dietas a base de paja de trigo con niveles de melaza y proteína

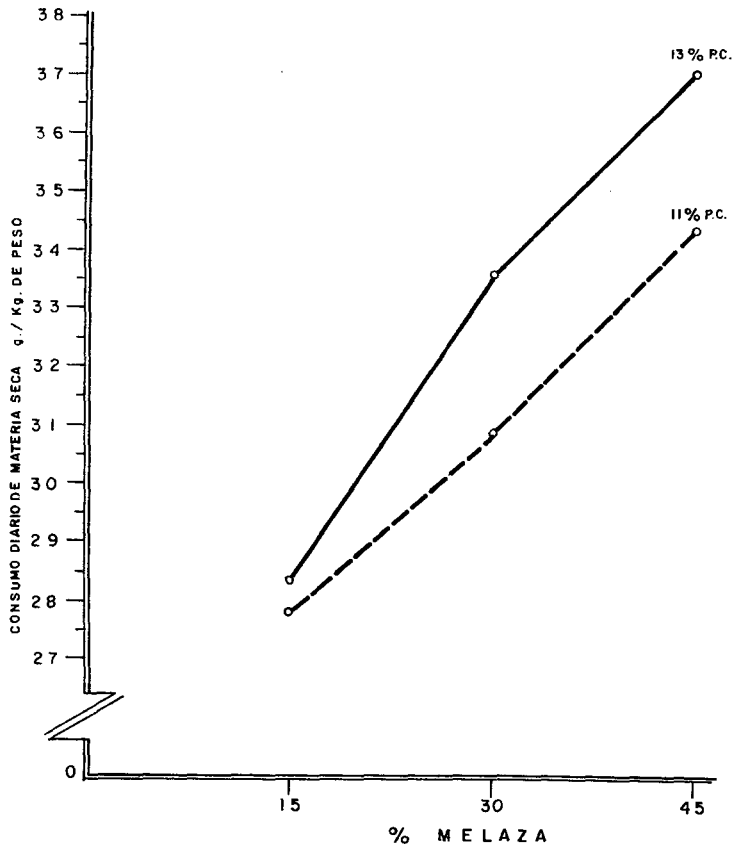


FIGURA 4. Consumo voluntario de energía digestible (Kcal/kg de peso/día) en dietas a base de paja de trigo con niveles de melaza y proteína

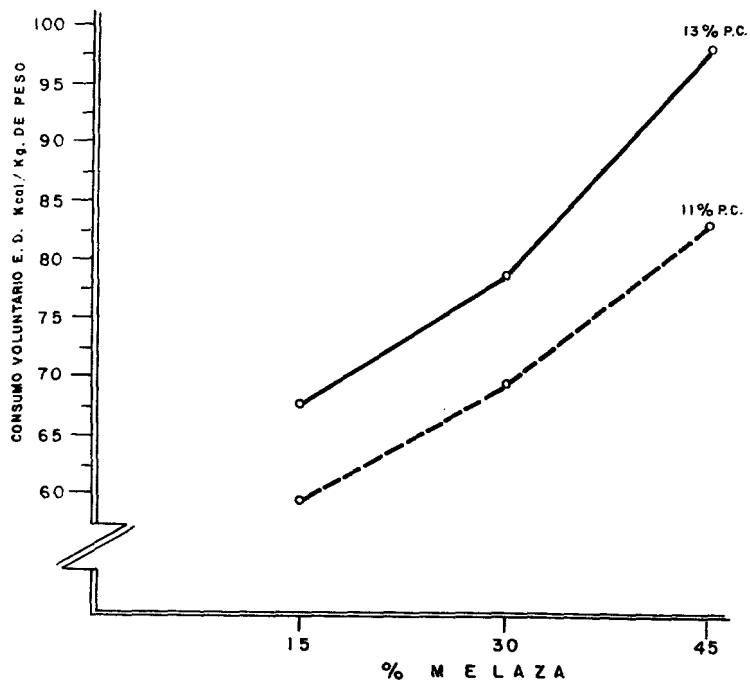
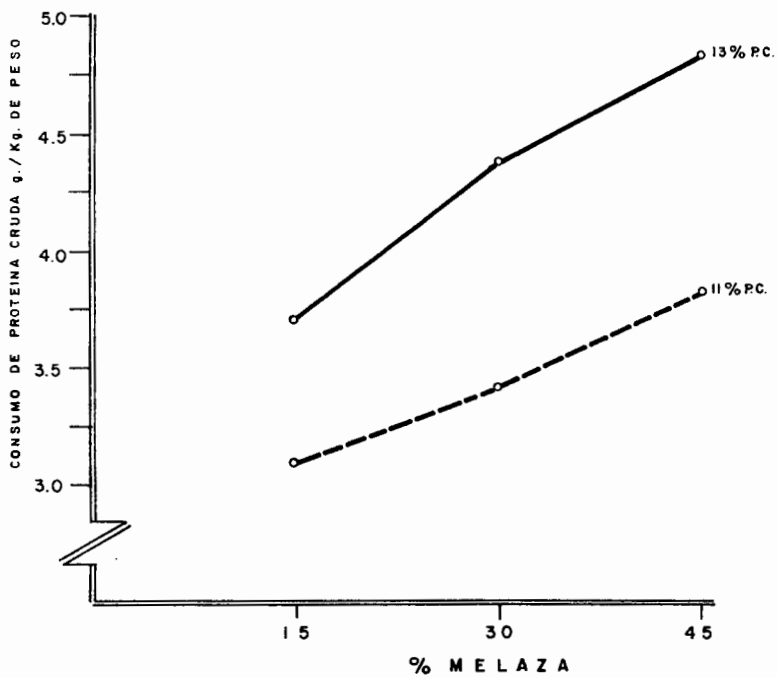


FIGURA 5. Consumo de proteína cruda (g/kg de peso/día) en dietas a base de paja de trigo con niveles de melaza y proteína.



CONCLUSIONES



CONCLUSIONES

1. El consumo voluntario de materia seca, se incrementó al incluir mayores niveles de melaza en la ración.
2. El consumo y contenido de energía digestible de las raciones se incrementó con el nivel de 45% de melaza y con la inclusión del 13% de proteína, por lo que se recomienda no emplear un nivel más bajo de proteína cuando se utilice este nivel de melaza.
3. La inclusión de 13% de proteína ayudó a un mejor consumo de alimento.
4. La inclusión de altos niveles de melaza y el 13% de proteína, aumentó la eficiencia de utilización de la dieta, aprovechándose adecuadamente la energía digestible de la melaza y de la paja de trigo.
5. Con la inclusión hasta del 45% de melaza (B.S.), teniendo como principal fuente de proteína la harinolina, la digestibilidad de las fracciones fibrosas de la paja de trigo no se vieron afectadas.
6. Es necesario estudiar el uso de estos niveles de melaza cuando se utilicen otros tipos de fuente proteicas, así como niveles más altos de nitrógeno no proteico.

SUMARIO

SUMARIO

El estudio se realizó en el Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora. Se emplearon 24 borregos castrados de raza Tabasco, con un peso promedio de 33.4 kg, en una prueba de consumo voluntario y digestibilidad en jaulas metabólicas con colección total de heces. Se probaron seis raciones experimentales de acuerdo a un arreglo factorial de 2 x 3. Las raciones tenían como forraje paja de trigo y los factores estudiados fueron dos niveles de proteína (11 y 13%), utilizando como fuente proteica la harinolina más 1% de urea en la ración, y tres niveles de melaza (15, 30 y 45% en base seca). El consumo voluntario de materia seca y de energía digestible se incrementó linealmente conforme se elevó el nivel de melaza ($P < .01$). Lo mismo sucedió para la digestibilidad de materia seca, materia orgánica y energía digestible ($P < .01$). No se encontró diferencia significativa atribuible al nivel de proteína utilizada para consumo de alimento o energía. Sin embargo, el nivel de 13% proteína resultó en un mayor contenido de energía digestible ($P < .05$). La digestibilidad de la proteína también aumentó ligeramente con el nivel de 13% ($P < .05$). La digestibilidad de las paredes celulares, hemicelulosa, celulosa y lignocelulosa no se vieron afectadas por el nivel de melaza o proteína incluida ($P > .05$). Estos resultados indican que en este tipo de raciones ba-

sadas en paja de trigo es posible incluir niveles hasta de 45% de melaza (B.S.) sin afectar el consumo voluntario o la digestibilidad de las fracciones fibrosas, pero debe utilizarse un nivel de 13% de protefna.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- A.O.A.C., 1970, Official Methods of Analysis, 11th. ed., Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D.C.
- Baumgardt, B.R., 1970, Control of feed intake in the regulation of energy balance physiology of digestion and metabolism in the ruminant, A.T. Phillipson (ed.) Oriel press, Newcastle Upon Tyne England.
- Bhattacharya, A.N. and B. Pervez, 1973, Effect of urea supplementation on intake and utilization of diets containing low quality roughage in sheep, J. Anim. Sci., 36: 976.
- Bird, S.H. and R.A. Leng, 1978, The effects of the defaunation of the rumen on the growth of cattle on low-protein high-energy diets, Br. J. Nutr., 40: 163.
- Burroughs, W., P. Gerlaugh, B.H. Edginton and R.M. Bethke, 1949a, The influence of corn starch upon roughage digestion in cattle, J. Anim. Sci., 8: 271.
- Burroughs, W., P. Gerlaugh, B.H. Edginton and R.M. Bethke, 1949b, Further observations on the effect of protein roughage digestion in cattle, J. Anim. Sci., 8: 9.
- Clanton, D.C. and P.R. Zimmerman, 1970, Symposium on pasture methods for maximum production in beef cattle:

- Protein and energy requirements for female beef cattle, *J. Anim. Sci.*, 30: 122.
- Conrad, H.R., 1966, Physiological and physical factors limiting feed intake, Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants, *J. Anim. Sci.*, 25: 277.
- Coombe, J.B. and D.E. Tribe, 1963, The effect of urea supplements on the utilization of straw plus molasses diets by sheep, *Australian J. Agr. Res.*, 14: 70.
- Covarrubias, M.G., F.O. Bravo y R. López T., 1972, Efectos del tratamiento de la melaza con inhibidores de la fermentación de bovinos, *Tec. Pec. en Mex.*, 21: 5.
- Chalupa, W., 1975, Rumen by pass and protection of proteins and aminoacids, *J. Dairy Sci.*, 58: 1198.
- El-Shazly, K., B.A. Dehority and R.R. Johnson, 1961, Effects of starch on the digestion of cellulose in vitro and in vivo by rumen microorganisms, *J. Anim. Sci.*, 20: 268.
- Goering, H.K. and P.J. Van Soest, 1970, Forage fiber analysis, Agr. Handbook No. 379, Agricultural Research Service, USDA, Washington, D.C.
- Hamilton, T.S., 1942, The effects of added glucosa upon digestibility of protein and of fiber in rations of

- sheep, *J. Nut.*, 23: 101.
- Hume, I.D., 1970, Synthesis of microbial protein in the rumen, II. The effect of dietary protein, *Aust. J. Agr. Res.*, 21: 305.
- Hungate, R.B., 1966, The rumen and its microbes, Academic Press., N.Y.
- Johnson, W.L. and Pezo, 1975, Cell wall fractions and in vitro digestibility of peruvian feedstuffs, *J. Anim. Sci.*, 41: 185.
- Leng, R.A., M. Gill, T.J. Kempton, J.B. Rowe, J.V. Nolan, S.J. Stachiw and T.R. Preston, 1981, Kinetics of large ciliate protozoa in the rumen of cattle given sugar cane diets, *Br. J. Nutr.*, 46: 371.
- Maeng, W.J., C.J. Van Nevel and R.L. Baldwin, 1976, Rumen microbial growth rates and yields: Effect of amino acids and protein, *J. Dairy Sci.*, 59: 68.
- Mitchell, H.H., T.S. Hamilton and W.T. Haines, 1940, The utilization by calves of energy in rations containing different percentages of protein and glucose supplements, *J. Agric. Res.*, 61: 847.
- Mulholland, J.G., J.B. Coombe and W.D. McManus, 1976, Effect of starch on the utilization by sheep of a straw diet supplemented with urea and minerals, *Australian J. Agric. Res.*, 27: 139.
- National Academy of Sciences, 1976, National Research

- Council, Nutrient Requirements of Beef Cattle No. 4
Fifth revised edition, Washington, D.C.
- Ørskov, E.R., G.W. Reid and I.W. McDonald, 1981, The
effects of protein degradability and food intake on
milk yield and composition in cows in early lacta-
tion, Br. J. Nutr., 45: 547.
- Parr Instrument Company, 1966, Oxygen bomb calorimetric
and combustion methods technical manual No. 130,
Parr Instrument Company, Moline Illinois.
- S.A.R.H., 1983, Representación General en el Estado de
Sonora, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidrául-
licos, Programa de producción agropecuaria y fores-
tal, matriz de producción, subsector agrícola, Her-
mosillo, Sonora.
- Robertson, J.B. and P.J. Van Soest, 1977, Dietary fiber
estimation in concentrate feedstuffs, J. Anim. Sci.,
45: 254 (Abstr.)
- Romero, G. H.M., H. Cárdenas C., R. Gómez A., G. Llamas L.,
C. Cajal M. y R. Zambrano G., 1983, Uso de raciones
basadas en paja de trigo y melaza en la alimenta-
ción de rumiantes, 2. Prueba de comportamiento con
novillos, Tec. Pec. en Mex., en prensa.
- Scales, G.H., A.H. Denham, O.L. Streeter and G.M. Barr,
1974, Winter supplementation of beef calves on sand
hill range, J. Anim. Sci., 38: 442.

- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie, 1980, Principles and Procedures of Statistics, 2da. ed. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York.
- Swingle, R.S. and R. Zambrano, 1978, Effect of grain supplementation on voluntary intake and utilization of wheat straw by lambs, Arizona Cattle Feeder's day 13-1, University of Arizona, Tucson.
- Theurer, R.B., R.S. Swingle, D.E. Ray, W.H. Hale and J. Kuhn, 1978, Evaluation of wheat straw in growing diets for calves, Arizona Cattle Feeder's day, Univ. of Ariz., Tucson.
- Theurer, R.B., R.S. Swingle, D.E. Ray, W.H. Hale and H. Mitchell, 1979, Evaluation of wheat straw and alfalfa in growing diets for calves, Arizona Cattle Feeder's day, Univ. of Ariz., Tucson.
- Zambrano, R. y R.L. Félix U., 1977a, Diferentes niveles de harinolina y melaza utilizando paja de trigo en la alimentación de becerros, CIPES - SARH, CI-NA-002 México.
- Zambrano, R. y R.L. Félix U., 1977b, Sustitución de harinolina por urea con y sin melaza en vaquillas alimentadas con paja de trigo, CIPES - SARH, CI-NA-003 México.
- Zambrano, G.R. y C. Cajal M., 1980, Comunicación personal, Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado

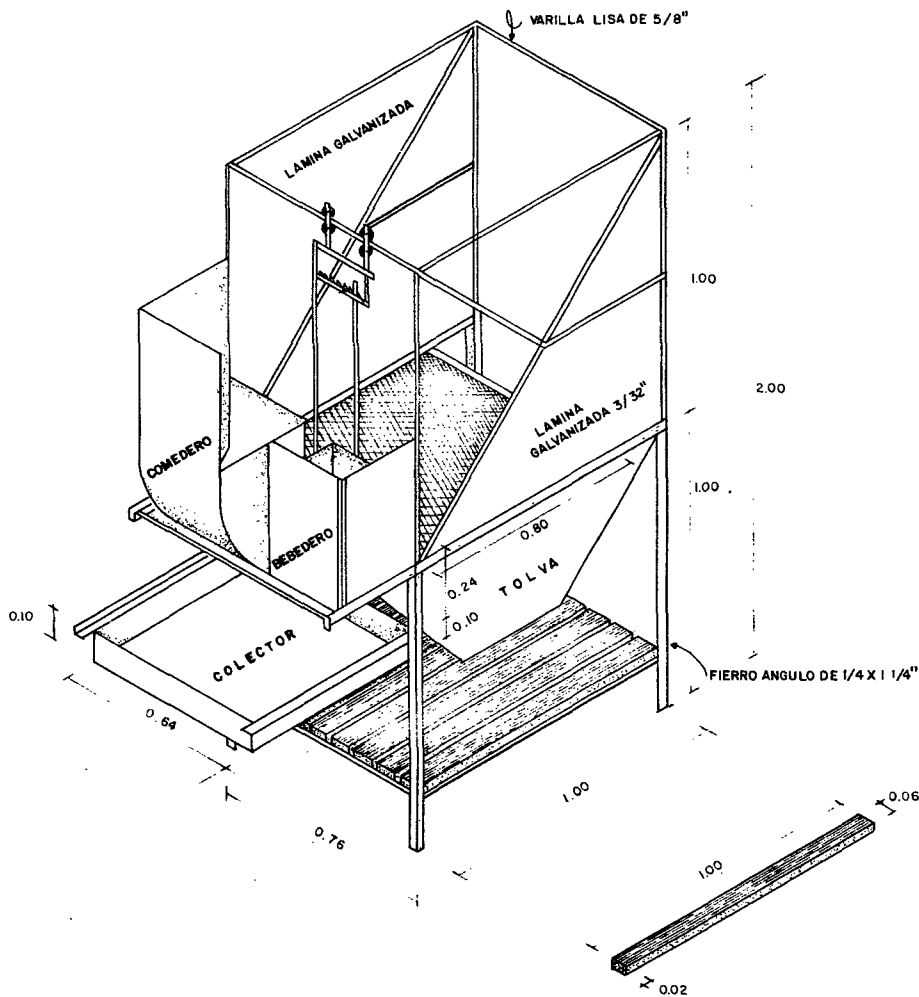
de Sonora, Carbó, Sonora.

Zorrilla, J.M.R. y H. Merino E., 1970, Estudio comparativo de raciones con dos niveles de melaza y dos niveles de suplementación de potasio y zinc en la alimentación de rumiantes, Tec. Pec. en México, 14: 5

A N E X O

**DETALLE DE CONSTRUCCION DE UNA
JAUJA METABOLICA PARA OVINOS
(MODELO CIPES)**

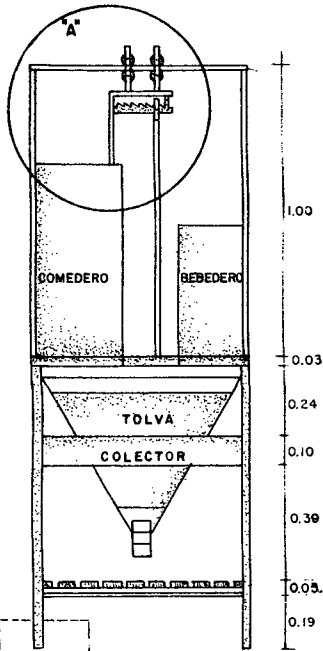
— JAULA METABOLICA —



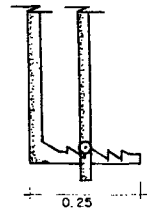
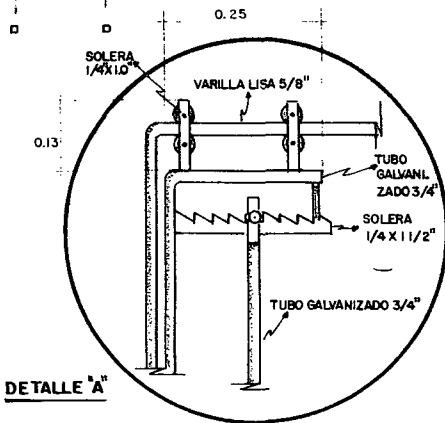
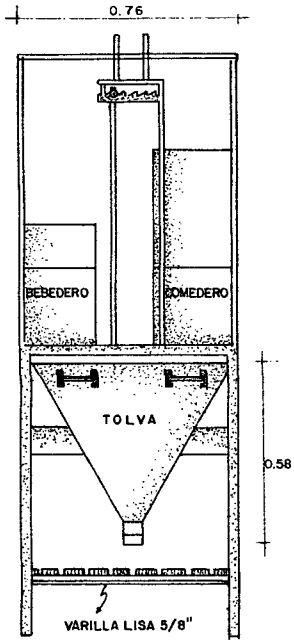
ESC. 1:20

ESC. 1:20

VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR



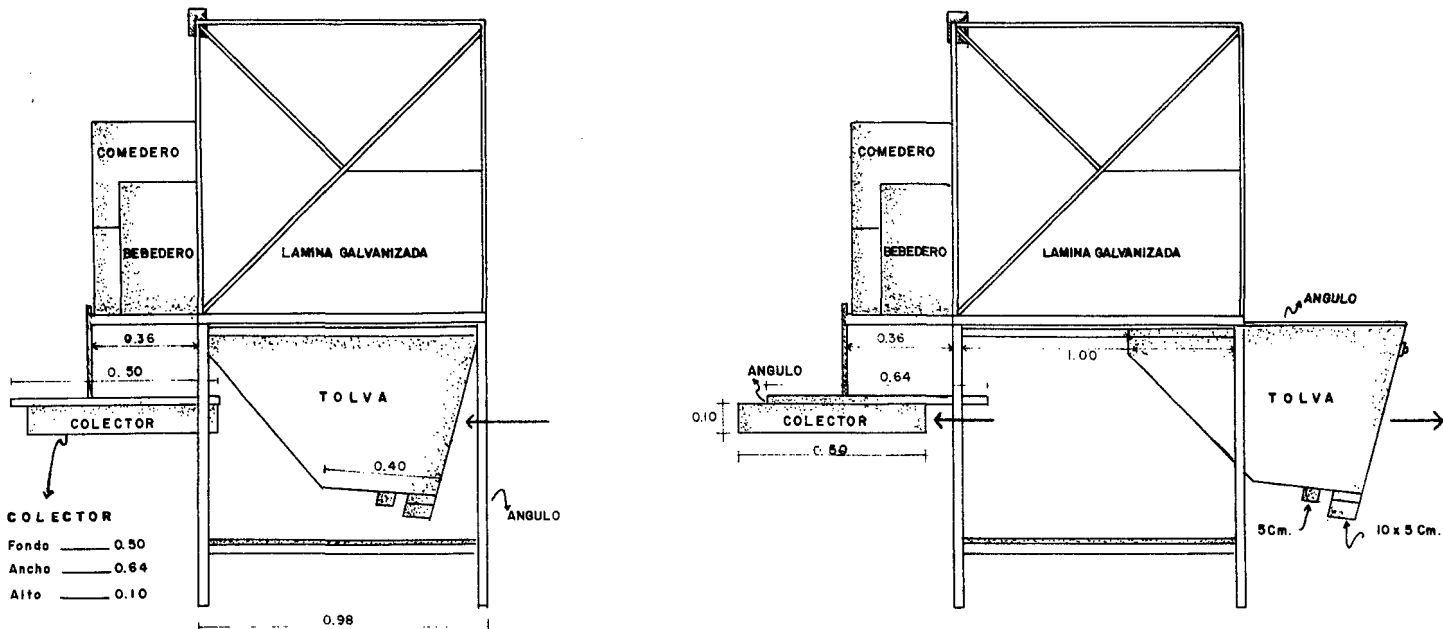
VISTA INFERIOR

DETALLE "A"

—FUERA DE ESCALA—

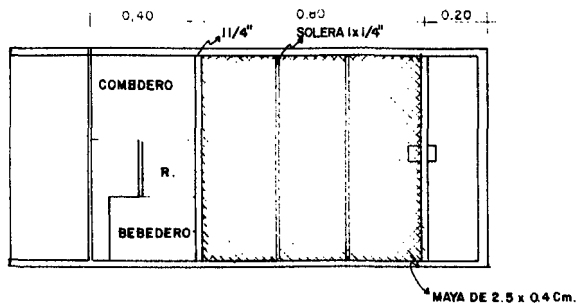
VISTAS LATERALES

FUNCION DE LA TOLVA

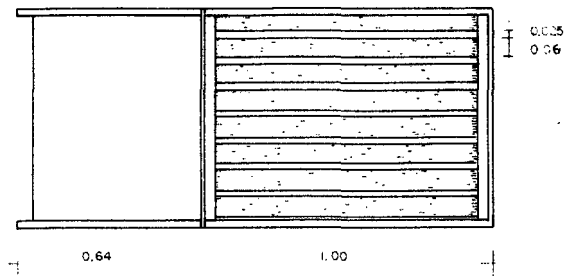


ESC. 1:20

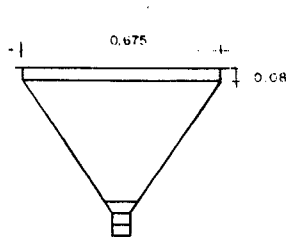
VISTA SUPERIOR



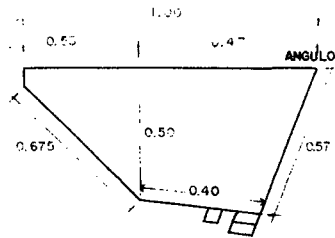
VISTA INFERIOR



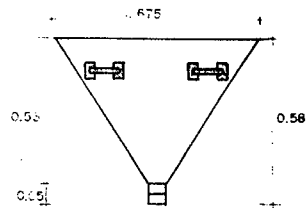
ESC 1:20



FRENTE



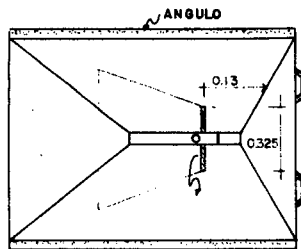
LATERAL



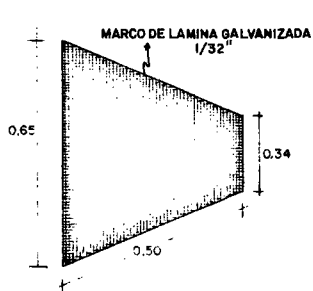
POSTERIOR

ESC. 1:20

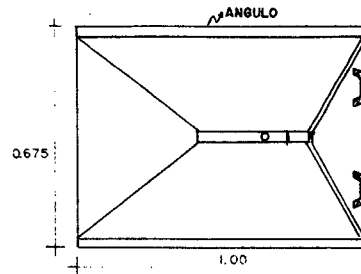
VISTAS DE LA TOLVA



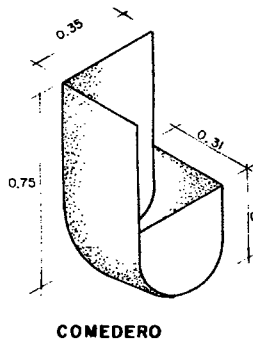
SUPERIOR



SEDAZO
FUERA DE ESCALA

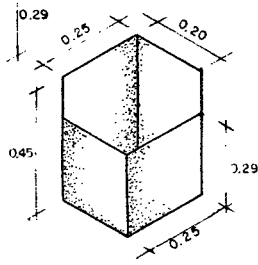


INFERIOR

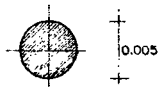


COMEDERO

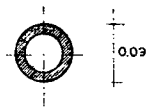
ESC. 1:20



BEBEDERO

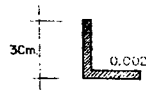


VARILLA DE 5 mm.



TUBO GALVANIZADO DE 19 mm.

FUERA DE ESCALA



ANGULO DE 0.05 x 0.03

MATERIAL NECESARIO PARA LA CONSTRUCCION DE UNA JAULA METABOLICA PARA OVINOS**ESTRUCTURA DE LA JAULA:**

| | MEDIDAS | CANTIDAD |
|--------------------|--------------|-----------|
| FIERRO ANGULO | 1/4 x 1 1/4" | 10.30 m. |
| FIERRO ANGULO | 1/4 x 1" | 3.50 m. |
| FIERRO SOLERA | 1/4 x 1" | 3.50 m. |
| VARRILLA LISA | 5/8" | 16.30 m. |
| MALLA (PISO JAULA) | .75 x .80m. | 1 Pza. |
| LAMINA (HOJA) | 3/32 x 1/16" | 2.0x.45m. |
| MADERA PINO | 1 x 2 1/4" | 8.55 m. |
| | 1 x 2 3/4" | 1.50 m. |

TRAMPA PARA EL CUELLO DEL OVINO:

| | | |
|---------------------------------|---------------|---------|
| FIERRO SOLERA (PICOS) | 1/4 x 1 1/2" | 0.50m. |
| FIERRO SOLERA (BALEROS) | 1/4 x 1" | 0.60 m. |
| TUBO GALVANIZADO | 3/4" | 2.50 m. |
| TORNILLOS | 3/8 x 1 1/2" | 4. |
| TORNILLOS | 5/16 x 1 1/2" | 2 |
| BALEROS DE ALTERNADOR | | 4 |
| BUSHING PARA BALERO CON BARRENO | 3/8" | 4 |

BEBEDERO:

| | | |
|--------------------|-------|--------------|
| LAMINA GALVANIZADA | 1/16" | 1.25 x .50m. |
|--------------------|-------|--------------|

COMEDERO:

| | | |
|--------------------|-------|--------------|
| LAMINA GALVANIZADA | 1/16" | 1.70 x .50m. |
|--------------------|-------|--------------|

BANDEJA COLECTORA DE SOBRESANTES:

| | | |
|--------------------|-------|-------------|
| LAMINA GALVANIZADA | 1/16" | .90 x .70m. |
|--------------------|-------|-------------|

COLECTOR DE ORINA Y HECES

| | | |
|---------------------------------|------------|--------------|
| LAMINA GALVANIZADA | 1/16" | 3.40 x .50m. |
| FIERRO ANGULO | 1/8 x 3/4" | 2.00m |
| FIERRO SOLERA | 1/8 x 1/2" | 1.30 m. |
| REMACHES POP | 1/4 | 50 |
| SEDAZO (malla otela mosquitero) | .50x.50m | 1 Pza. |
| SOLDADURA INFRA 60-II | 1/8" | .750 g. |
| PINTURA ANTICORROSIVA | | 1/2 Lt. |