

EVALUACION DE LA PASTA DE JOJOBA COMO FUENTE DE PROTEINA EN DIETAS A BASE DE PAJA DE TRIGO PARA VAQUILLAS

ROBERTO ZAMBRANO GAYTAN ¹

CARLOS CAJAL MEDRANO ²

RESUMEN

Se realizaron dos pruebas con pasta de jojoba desgrasada sin detoxificar, como fuente de proteína en raciones para rumiantes con base en paja de trigo. En la prueba de aceptación se usaron 15 hembras criollas de 258 kg distribuidas al azar en tres grupos: 1) 1.5 kg de harinollina/cabeza/día; 2) 1.5 kg de una mezcla 50-50% de harinollina-pasta de jojoba/cabeza/día; 3) 1.5 kg de pasta de jojoba/cabeza/día. Todas las vaquillas tuvieron paja de trigo a voluntad. Al principio se ofrecieron los suplementos encima de la paja de trigo, pero las vacas se rehusaron a comerlos excepto en el tratamiento 1. La adición de 15% de melaza a los suplementos fomentó el consumo voluntario en todos los tratamientos (T). En la prueba de comportamiento las mismas vacas consumieron tres raciones diferentes durante 70 días, que incluían 15% de melaza y la pasta de jojoba se usó en sustitución de la harinollina en un 0% (T1); 50% (T2) y 100% (T3); las raciones fueron isonitrogenadas. No hubo diferencias en el consumo voluntario ($P > 0.05$), ni en ganancia diaria promedio ($P > 0.05$) en todos los tratamientos, con 480 g (T1); 386 g (T2) y 449 g (T3). Los resultados indican que la pasta de jojoba puede usarse como fuente de proteína para rumiantes, con la limitante de su mal sabor y no la de su toxicidad.

La jojoba (*Simmondsia chinensis*) es un arbusto nativo de ciertas zonas áridas del noreste de México y suroeste de Estados Unidos (Vietmeyer, 1977; National Academy of Science, 1975; Anónimo, 1977). El valor potencial de

este arbusto está en el aceite o cera líquida que contiene su semilla, la cual tiene múltiples usos en especial como lubricante y para la fabricación de cosméticos.

En Anónimo (1977), se estimó que se podría exportar hacia los Estados Unidos 750 t. de cera al año. En 1977, en el estado de Sonora había 100 ha de plantaciones comerciales ya establecidas, en la actualidad se calcula que existen alrededor de 1,000 ha y se prevé que el área de cultivo dedicada a la jojoba se incrementará en los próximos años debido a los precios y demandas de la cera líquida, así como a los avances tecnológicos logrados en su industrialización y en la domesticación de la especie.

El contenido aproximado de cera líquida que tienen las semillas es el 50% de su peso (Anónimo, 1977). Una vez extraída la cera, el residuo por lo común llamado pasta o bagazo, se considera como un posible alimento para la industria pecuaria debido en especial a su contenido protéico (25 a 30% de proteína cruda). Con la utilización de la pasta se aprovecharía la semilla íntegra y se incrementarían las utilidades de este cultivo.

Algunos informes preliminares indican que la pasta de jojoba es tóxica para pollos y ratas; se ha observado que inhibe el consumo de alimento y las ganancias de peso en pollos (Tejada, 1976) y puede causar una

¹ Toribio de Benavente No. 14, Col. Los Arcos, Hermosillo, Son.

² Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora (CIPES), INIFAP-SARH. Apdo. Postal No. 18, Carbó, Son.

mortalidad de hasta 52% en pollos cuando se incluye en un 12% de la dieta (Anónimo, 1977). Los principales compuestos tóxicos que se han identificado en la pasta de jojoba son Simondsina presente en un 5% y Simondsina 2-Ferulate en 1.5% (Anónimo, 1977; Trei y col., 1979; Nelson, y col., 1979).

En relación a los rumiantes, Trei y col., (1979) notifican que la inclusión del 10 al 30% de pasta de jojoba en dietas para bovinos reduce el consumo de alimento y las ganancias de peso en forma significativa; sin embargo, no se observaron anomalías histológicas en los tejidos de los animales e indican que la toxicidad de la pasta para rumiantes es bastante menor que la observada en ratas y pollos, lo que sugiere que la actividad de la flora microbiana sobre la Simondsina, en apariencia permite niveles más altos de este compuesto en las dietas para rumiantes.

Para confirmar lo anterior, estos mismos autores analizaron las heces de dichos animales y encontraron que hubo una reducción del 99% del compuesto tóxico en relación al contenido de Simondsina en el alimento, además observaron que ésta desaparecía después de 12 h de incubación *in vitro* con microorganismos ruminales. Por otro lado, Swingle (1979) sugiere que la reducción del consumo de dietas que contienen pasta de jojoba en ovinos puede deberse a su sabor y no al compuesto tóxico.

Por lo antes expuesto, la utilidad de la pasta de jojoba no detoxificada como alimento para rumiantes en apariencia está limitada por su bajo consumo.

El objetivo de este estudio fue evaluar la pasta de jojoba como fuente proteica en dietas a base de paja de trigo para rumiantes. Se llevó a cabo en el Centro de Investigaciones Pecuarias

del Estado de Sonora (CIPES), localizado en Carbó, Son. El estudio se dividió en dos pruebas:

Prueba de aceptación y consumo.

Se utilizaron un total de 15 vaquillas de una craza indefinida con encaste de cebú, con un peso promedio inicial de 258 kg. Antes del inicio del estudio a los animales se les practicó desparasitación interna con Clorhidrato de Levamisol y se les inyectó por vía intramuscular 1'500,000 U.I. de Palmítico de vitamina A, además durante todo el estudio tuvieron a libre acceso una mezcla de 50% sal, 47% roca fosfórica y 3% de minerales traza (Mn 12%, Fe 4%, Cu 4%, I 0.24%, Co 0.04%, Zn 0.02%).

Las vaquillas se agruparon de manera aleatoria en tres lotes de cinco animales cada uno, y al azar se les asignaron las siguientes dietas:

1. Paja de trigo a libertad + 1.5 kg de harinolina/día/animal.
2. Paja de trigo a libertad + 1.5 kg de una combinación 50:50 harinolina-pasta de jojoba/día/animal.
3. Paja de trigo a libertad + 1.5 kg de pasta de jojoba/día/animal.

El análisis químico de la pasta de jojoba utilizada se presenta en el Cuadro 1.

CUADRO 1

ANÁLISIS QUÍMICO DE LA PASTA DE JOJOBA^{1/}

| | % |
|-----------------------------|------|
| Materia seca | 97.2 |
| Proteína cruda | 28.2 |
| Extracto etéreo | 9.2 |
| Fibra cruda | 10.8 |
| Cenizas | 6.5 |
| Extracto libre de nitrógeno | 45.3 |

^{1/} En base a materia seca.

Al inicio de la prueba, se colocó la paja de trigo en el comedero y sobre la misma se rociaban los tres diferentes concentrados. Las vaquillas de la dieta 1 consumieron la paja de harinolina sin problema, en cambio las que recibieron pasta-harinolina y pasta sola, sólo consumieron la paja. Al principio las vaquillas probaron la pasta de jojoba y la combinación pasta-harinolina, sin embargo, al tenerla en el hocico de inmediato la arrojaron con la lengua, lo que dió la impresión de que lo hicieron debido al sabor; después de varios intentos similares desistieron de consumirla, la seleccionaron y consumieron sólo la paja de trigo.

Durante ocho días se ofreció la paja y concentrado por separado, y se observaron los mismos resultados.

Después se ofrecieron los concentrados mezclados con la paja por espacio de ocho días, sin lograr que

consumieran la pasta de jojoba y la combinación pasta-harinolina. Por lo anterior, se decidió incluir melaza en las raciones, en el inicio en un 5%. Los consumos tuvieron un ligero incremento, sin embargo fueron inferiores a los observados en las vaquillas que tuvieron paja-harinolina-melaza, además el sobrante diario consistió sólo en pasta de jojoba y la combinación pasta-harinolina, lo que otra vez evidenció la selectividad de las vaquillas y la renuencia a consumir la pasta de jojoba.

La inclusión del 10% de melaza mejoró en forma notable los consumos pero sólo con el 15% se lograron consumos similares a los obtenidos con las vaquillas que recibieron paja-harinolina-melaza. Los sobrantes diarios se consideraron normales, ya que contenían paja-pasta de jojoba y fueron el 6% del alimento ofrecido.

CUADRO 2

RACIONES EXPERIMENTALES

| | TRATAMIENTOS (%) | | |
|-------------------------|------------------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 |
| | % | % | % |
| Paja de trigo | 64.15 | 60.15 | 56.35 |
| Harinolina | 19.30 | 9.70 | - |
| Pasta de jojoba | - | 13.60 | 27.10 |
| Melaza | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| Premezcla ^{1/} | 1.55 | 1.55 | 1.55 |

^{1/} Premezcla: Urea 0.5%, Sal 0.5%, Minerales traza 0.05%, Roca fosfórica 0.5%.

| | | | |
|------------------|------|------|------|
| Proteína cruda | 13.1 | 13.3 | 12.7 |
| Matéria seca | 98.5 | 98.3 | 98.4 |
| Matéria orgánica | 90.7 | 91.6 | 92.1 |

CUADRO 3

GANANCIA DIARIA PROMEDIO, TOTAL, CONSUMO DE ALIMENTO Y-
EFICIENCIA ALIMENTICIA EN BOVINOS ALIMENTADOS CON PASTA
DE JOJOBA.

| | T R A T A M I E N T O S | | |
|--|-------------------------|---------------------------|--------------|
| | 1 HARINOLINA | 2 HARINOLINA JOJOBA | 3 JOJOBA |
| No. de animales | 5 | 5 | 5 |
| No. de días | 70 | 70 | 70 |
| Peso inicial promedio kg | 258.6 ± 24.1 | 259.6 ± 24.8 | 259.8 ± 33.8 |
| Peso final promedio kg | 292.2 ± 20.8 | 286.6 ± 29.2 | 291.2 ± 32.4 |
| Ganancia diaria promedio g | 480 ± 133 | 386 ± 95 | 449 ± 161 |
| Ganancia total kg | 33.6 ± 9.3 | 27.0 ± 6.67 | 31.4 ± 11.3 |
| Consumo de alimento prome- dio kg/día | 9.9 ± 1.1 | 9.1 ± 0.7 | 9.4 ± 1.4 |
| Eficiencia alimenticia ^{1/} | 20.7 | 23.6 | 20.9 |

^{1/}kg de alimento/kg de ganancia de peso

Es probable que la inclusión del 15% de melaza enmascaró el mal sabor de la pasta de jojoba, además por su consistencia pegajosa evitó que las vaquillas pudieran seleccionar y consumir sólo paja de trigo.

Prueba de comportamiento. Esta prueba tuvo una duración de 70 días, se utilizaron las mismas vaquillas de la prueba de aceptación, sin embargo fueron alojadas en corraletas individuales. Se usaron raciones integrales, se incluyó el 15% de melaza en las dietas y el criterio que se empleó para incluir la pasta de jojoba en la dieta fue el de sustituir la harinolina por pasta de jojoba con base en su contenido de proteína cruda en un 0% (tratamiento 1), 50% (tratamiento 2) y 100% (tratamiento 3). No se hicieron las raciones isoenergéticas porque se desconoce el valor energético de la pasta de jojoba.

El diseño experimental fue por completo al azar. La comparación entre medias de los parámetros en estudio se realizó por medio de la prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1960).

La composición porcentual y análisis químico de las dietas utilizadas se muestran en el Cuadro 2.

A pesar de que no se tomaron constantes fisiológicas de las vaquillas y que no fueron sacrificadas para detectar posibles lesiones en tejidos, durante todo el estudio no se observó ningún síntoma aparente de intoxicación en las vaquillas que consumieron pasta de jojoba. Trei y col., (1979) indican que no hubo diferencias en el número de respiraciones, pulso y temperatura entre ovinos que consumieron dietas con y sin pasta de jojoba. En el Cuadro 3 se muestran los resultados finales del estudio.

No se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos en el consumo de alimento, sin embargo hubo un ligero aumento en el tratamiento 1 de harinolina con 9.9 kg/día. Las vaquillas del tratamiento 2, pasta de jojoba-harinolina, consumieron 9.1 kg/día y las del tratamiento 3, pasta de jojoba 9.4 kg/día.

Trei y col., (1979) y Nelson (1979), encontraron que el consumo de alimen-

to se redujo de manera significativa según se incrementó el nivel de pasta de jojoba en la dieta de 0 a 10, 20 y 30%. En el presente estudio se utilizaron niveles de 13.6 y 27.1% de la ración a base de pasta de jojoba, sin embargo no se observó una reducción notable en el consumo debido a la inclusión de melaza que en apariencia encubrió el mal sabor de la pasta de jojoba. Trei y col., (1979) sólo utilizaron un 5% de melaza, la cual es insuficiente para cambiar el sabor y evitar el rechazo de la pasta por las vaquillas, según se demostró durante la primera prueba de este estudio.

Tampoco hubo diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos para ganancia diaria de peso, no obstante las vaquillas del tratamiento 1 que recibieron harinolina ganaron 94 y 31 g más por día por animal que las del tratamiento 2 y 3 que recibieron pasta-harinolina y pasta en forma respectiva.

De nuevo estos resultados no concuerdan con los encontrados por Trei y col., (1979) y Nelson y col., (1979), quienes indican que fue notable la reducción de ganancias de peso al elevar el nivel de pasta en la dieta. Esta disminución que ellos notifican quizá fue debida al bajo consumo de alimento y no a la posible toxicidad de la Simondsina. En el presente estudio al no reducirse el consumo de alimento, tampoco hubo disminución significativa de las ganancias de peso, lo que sugiere que el aprovechamiento de las dietas con pasta de jojoba fue similar a la que contenía harinolina y que la Simondsina en sí tiene poco o ningún efecto negativo sobre la utilización de los alimentos a nivel tracto digestivo.

Sin embargo, el alto contenido de extracto etéreo (8.9%) que es probable sea en su mayor parte cera líquida, la cual es indigestible (Anónimo, 1977), pudo afectar en forma negativa la

digestibilidad y utilización de los nutrientes o alimentos a nivel ruminal.

Por otro lado, los resultados obtenidos en este estudio confirman lo observado por Zambrano y Félix (1976 a,b) y Theurer y col., (1978) quienes indican que las ganancias de peso y consumo de alimento de bovinos en crecimiento oscilan entre 400 y 550 g por día y 8.0 y 9.0 kg por día en forma respectiva, cuando son alimentados con paja de trigo como principal fuente de energía, más suplementación proteica y bajos niveles (10-15%) de melaza, grano o ambos.

Los resultados de este estudio indican que la principal limitante de la pasta de jojoba en la alimentación de rumiantes quizá sea su mal sabor y no la presencia de Simondsina. El uso de melaza en 15% o más, encubre el mal sabor de la pasta y evita que los rumiantes puedan seleccionarla, con lo que se logran consumos y ganancias de peso similares a los observados en los animales que no recibieron pasta.

Es necesario determinar el valor energético y digestibilidad de los nutrientes de la pasta de jojoba, además de confirmar lo notificado por otros autores en relación a la descomposición y eliminación de la Simondsina del organismo de los rumiantes, para poder hacer recomendaciones precisas sobre su uso en la alimentación de poligástricos.

SUMMARY

Two trials were conducted to evaluate, deoiled, non detoxified jojoba paste as a protein source for ruminants fed rations based on wheat straw. In the palatability trial, 15 crossbreed heifers of 258 kg were used and randomly allotted to three groups; 1) 1.5 kg of cottonseed meal/head/day; 2) 1.5 kg of a 50-50% cotton seed meal-jojoba paste mixture/head/day; 3) 1.5 kg of jojoba paste/head/day. All the heifers had wheat straw free choice. Initially the supplements were offered on top of the wheat straw, but the heifers refused to eat the supplements except for

treatment 1. The addition of 15% molasses to the supplements improved the voluntary intake in all treatments (T). In the performance trial the same helpers fed three different rations during 70 days, the rations included 15% molasses and the jojoba paste was used to replace the cotton seed meal in 0% (T1), 50% (T2) and 100% (T3) the rations were Isonitrogenous. There were no differences in voluntary feed intake ($P>0.05$). The average daily gain was similar ($P>0.05$) for all treatments with 480 g (T1); 386 g (T2) and 449 g (T3). The results indicate that jojoba paste could be used as a protein source for ruminants, limited by its low palatability instead of the toxicity.

LITERATURA CITADA

ANONIMO, 1977. Desarrollo de productos a partir de la cera de jojoba y sus subproductos, CONACYT, Comisión Nacional de Zonas Áridas, UNI-SON, CICTUS.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, 1976. Under Exploited tropical plants with promising of economic value, Washington, D.C., p. 105.

NELSON, A.E., TREI, J.E., VERBISCAR, A.J., and BANIGAN, T.F., 1979. Palatability of various jojoba meal preparations with lambs. Proceedings of Western Section, A.S.A.S., p. 306.

TEJADA, I., 1976. Valor nutritivo de algunos ingredientes de zonas áridas, **Tec. Pec. Méx.**, INIP-SAG, 31:89.

THEURER, R.B., SWINGLE, R.S., RAY, D.E., HALE, W.H. and KHUN, J., 1978. Evaluation of wheat in growing diets for calves, Arizona Cattle Feeders'day, Univ. of Ariz., p. 7.

TREI, J.E., NELSON, E.A., VERBISCAR, A.J. and BANIGAN, T.F., 1979. Evaluation of deoiled, non-detoxified jojoba meal with lambs. Proceedings of Western Section, A.S.A.S., p. 239.

STEEL, R.G.D. and TORRIE, J.H., 1960. Principles and procedures of statistics, **McGraw-Hill, Book. Co., Inc.**, New York, U.S.A.

SWINGLE, R.S. Comunicación personal, University of Arizona, Tucson, Ariz., U.S.A.

VIETMEYER, N.D., 1977. The jojoba: Cinderella crop for the 70' Year book of science and future, **Published by Encyclopædia Britannica, Inc.**, p. 84.

ZAMBRANO, R. y FELIX, R., 1976a. Efectos de niveles de harinolina y melaza utilizando paja de trigo en becerras cruzadas. Resúmenes de la XIII Reunión Anual del INIP-SAG., p. 48.

ZAMBRANO, R. y FELIX, R., 1976b. Sustitución de harinolina por urea con y sin melaza en la utilización de la paja de trigo en vaquillas, Resúmenes de la XIII Reunión Anual del INIP-SAG. p. 47.