



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**" EFECTO DEL APORTE DE CROMO SOBRE LA
PRODUCCION Y PORCENTAJE DE GRASA EN LA
LECHE DE CABRAS A SEGUNDO PARTO "**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A :

CARMELO FERNANDO ABUNDIZ ESCAMILLA

ASESOR : M. EN C. JORGE BERMUDEZ ESTEVEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1967

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
P R E S E N T E .

ATN: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 20 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Efecto del aporte de cromo sobre la producción y porcentaje de grasa en la leche de cabras a segundo parto".

que presenta el pasante: Abundiz Escanilla Carmelo Fernando
con número de cuenta: 8532319-6 para obtener el TÍTULO de:
Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Mex., a 12 de Julio de 1976

PRESIDENTE	M. en C. Rita del Castillo Rodríguez
VOCAL	Dr. Jorge Luis Tórtora Pérez
SECRETARIO	M. en C. Jorge Bermúdez Estévez
PRIMER SUPLENTE	MVZ. Jesús Guevara Vivero
SEGUNDO SUPLENTE	MVZ. Heriberto Contreras Angeles

DEDICATORIAS

DOY GRACIAS A DIOS PORQUE SIEMPRE EN LOS MALOS MOMENTOS ES LUZ, GUÍA, Y FORTALEZA, Y EN LOS BUENOS MOMENTOS MI DULCE COMPAÑÍA. LA GLORIA NO ES DEL MÁS FUERTE QUE SIEMPRE PIERDE LA FE, EL CIELO ES PARA AQUELLOS QUE LO INTENTAN OTRA VEZ.

A MIS PADRES:

MANUEL Y CECILIA (+)

A ELLA PORQUE TUVO LA CONFIANZA PARA CRIARME, AUN SIN SABER HASTA DONDE LLEGARÍA; PORQUE ME DEMOSTRO QUE NUNCA HAY QUE DEJARSE VENCER. SINO LUCHAR HASTA EL ULTIMO SEGUNDO DE VIDA; PORQUE AMAR NO ES SOLO UNA CARICIA, UN BESO, UNA PALABRA ES... DAR TODA TU VIDA SIN ESPERAR NADA A CAMBIO. GRACIAS MAMA POR HABER VIVIDO COMO SER HUMANO, PORQUE SUPISTE SER MUJER, ESPOSA Y MADRE, PERO SOBRE TODO MI MEJOR AMIGA.

A EL POR SU CONFIANZA, PORQUE SIEMPRE HA SIDO PACIENTE A PESAR DE MI MAL GENIO; PORQUE HA MOSTRADO MADUREZ COMO HOMBRE, ESPOSO Y PADRE; PORQUE NO ES FÁCIL REMAR CONTRA LA MAREA CUANDO TIENES UN MUNDO EN CONFLICTO; PORQUE ME HA DEMOSTRADO EL VALOR DE AMAR EN LAS BUENAS Y EN LAS MALAS, EN LA SALUD Y EN LA ENFERMEDAD Y RESPETAR A LA PAREJA HASTA QUE LA MUERTE LOS SEPARE; PORQUE ME HA ENSEÑADO EL VALOR DE SER ORDENADO Y TRABAJADOR. POR TODO ESTO Y MÁS GRACIAS PAPA.

PORQUE PADRES NO SON LOS QUE ENGENDRAN, SINO LOS QUE EDUCAN, Y ESTÁN AL PIE DE LA CAMA, CUIDANDO DE UNO AUN CUANDO SE TENGAN 28 AÑOS. GRACIAS.

A MIS HERMANOS:

GUADALUPE, MANUEL Y MARTHA, PORQUE SIN SU EJEMPLO DE RESPONSABILIDAD Y LAS GANAS DE SER ALGUIEN EN ESTA VIDA, HUBIERA TOMADO CUALQUIER CAMINO FÁCIL. GRACIAS.

A LA FAMILIA IBARRA ZURITA:

POR SU GRAN APOYO INCONDICIONAL EN LAS BUENAS Y EN LAS MALAS; POR SUS BUENOS CONSEJOS; PORQUE SIN SU AYUDA PARTE DE MI CARRERA Y DE ESTA TESIS NO HUBIERAN SIDO LOGRADOS. GRACIAS.

A MARTITA CHAIRES:

POR SER PARTE DE LA FAMILIA Y SU APOYO DE TODA LA VIDA. GRACIAS.

AL M. EN C. JORGE BERMÚDEZ POR SU APOYO Y LA CONFIANZA QUE TUVO PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA TESIS, ASÍ COMO SER UN GRAN AMIGO. GRACIAS.

AL DR. JORGE TORTORA POR HABERME ASESORADO PARA DETALLAR ESTA ÚLTIMA PARTE DE LA TESIS, POR QUE SIN SUS CONSEJOS NO HUBIERA SIDO POSIBLE LLEGAR AL FIN. GRACIAS.

GRACIAS A MIS SINODALES:

M EN C. RITA DEL CASTILLO

DR. JORGE TORTORA

MVZ JESÚS GUEVARA

MVZ HERIBERTO CONTRERAS

POR SUS AMABLES Y POSITIVOS CONSEJOS PARA LA FINALIZACIÓN DE LA TESIS, ASÍ COMO LOS ESTÍMULOS PARA LOGRAR UNA SUPERACIÓN.

A MIS PROFESORES:

..

QUE GRACIAS A SUS CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIA NO HUBIERA CULMINADO ESTOS ESTUDIOS; ALGUNOS DE LOS MAS CERCANOS MVZ JUAN CARLOS DEL RIÓ, MVZ GERARDO GARZA MALACARA, MVZ VICTOR QUINTERO, MVZ DORA LUZ FANTOJA, MVZ FERNANDO VINIEGRA, MVZ GUILLERMO VALDIVIA, MVZ ENRIQUE ESPERÓN, MVZ MARTHA FÉREZ ARIAS, MVZ JOSÉ ROJO, MVZ CARLOS MANZANO, MVZ GABRIEL RUIZ, MVZ FERNANDO OSNAYA, MVZ RUBEN RODRÍGUEZ, MVZ MIGUEL CORNEJO, MVZ CARLOS ÁVILA. GRACIAS.

A QUIENES COLABORARON EN ESTA TESIS:

MIRIAM, DIEGO, MARTHA, RODRIGO, LILY, AL RUTAS, SIMÓN, MARI, TALLER DE LÁCTEOS, A LA UNIDAD ACADÉMICA DE ENSEÑANZA AGROPECUARIA, AL PÓKER DE REINAS.

A TODOS AQUELLOS QUE TAMBIÉN CON SU APOYO AYUDARON A LA CULMINACIÓN DE LA CARRERA, GRUPO HORIZONTES DIVINA PROVIDENCIA, GRUPO TACHE, GRUPO VEN Y SIGUEME Y AQUELLOS QUE POR EL MOMENTO NO RECUERDO. GRACIAS.

INDICE

Resumen.....	1
1. Introducción.....	3
2. Revisión Bibliográfica.....	6
2.1 Antecedentes.....	6
2.2 Aspectos Químicos del Cromo.....	7
2.3. Aspectos Fisiológicos.....	10
2.3.1 Absorción.....	10
2.3.2 Metabolismo.....	11
2.3.3 Funciones.....	12
2.3.4 Síntomas de Deficiencia.....	13
2.3.5 Toxicidad.....	13
2.4 Principales Interrelaciones.....	14
2.5 Fuentes de Cromo para los animales.....	14
2.6 Levaduras.....	15
2.7 Efectos en los animales.....	16
3. Objetivos.....	20
4. Hipótesis.....	21
5. Material y métodos.....	22
6. Resultados y Discusión.....	24
7. Conclusiones.....	30
8. Bibliografía.....	31

RESUMEN

Se evaluó el aporte de 3 ppm de picolinato de cromo en el porcentaje de grasa en leche y producción láctea en cabras al segundo parto en cinco semanas de lactancia, se utilizaron 10 cabras divididas en dos grupos en forma aleatoria, según la dieta aporta o no picolinato de cromo. Las dietas fueron proporcionadas diariamente en dos oportunidades; se midió la producción láctea y en los últimos tres días del experimento se realizó un muestreo individual de leche para determinar grasa butírica y sólidos totales. Semanalmente los animales fueron pesados para determinar los cambios de peso durante el periodo experimental. El análisis de variancia y comparación de medias para las variables estudiadas mostró que la producción de leche fue de 2.30 lts y 2.25 lts para los grupos control y con picolinato de cromo respectivamente, no presentándose diferencias significativas ($p > 0.05$). En la grasa de la leche tampoco se encontró ninguna diferencia significativa ($p > 0.10$) presentando 4.99% y 4.68% para control y picolinato de cromo respectivamente. El contenido de sólidos totales de las muestras fue de 14.8% y 14.2% para control y picolinato de cromo respectivamente, sin diferencias significativas ($p > 0.10$). El consumo promedio de materia seca fue de 2.15 kg/día y 2.14 kg/día y el de materia orgánica fue de 1.97 kg/día y 1.96 kg/día para el control y picolinato de cromo respectivamente, no presentándose diferencias significativas ($p > 0.10$). Los cambios de

peso de las cabras fueron 1.12 kg y 0.92 kg para los grupos control y picolinato de cromo respectivamente, no habiendo diferencias significativas ($p > 0.10$).

1.- INTRODUCCION

Las cabras se crían en todo el mundo por sus productos, con grado de intensificación variable de acuerdo a la tecnología utilizada, desde el tipo extensivo donde la cabra se mantiene en pastoreo en zonas semi-desérticas en las que otras especies de ruminantes no podrían subsistir hasta las estabuladas, utilizadas en los países industrializados (INRA, 1988).

Aproximadamente la décima parte de la leche que se consume en el mundo, proviene de la cabra, y para algunos países es la única fuente láctea. México es el noveno productor de cabras en el mundo con aproximadamente 10 millones de animales y contribuye con su producción de leche al 4% del mundo. Por otra parte, la leche de cabra ha recuperado prestigio, pues se reconoce su valor nutritivo y se sigue prescribiendo como alimento que ayuda al tratamiento de diversas alergias y enfermedades de carácter gastrointestinal (Arbiza, 1986).

Juárez (1984), indica que la ganadería caprina en México se ha mantenido como una actividad latente, aún cuando su contribución al producto interno bruto pecuario es mayor que el de otras especies y su importancia económica y social es trascendente, particularmente en

las zonas áridas y semiáridas del país.

A diferencia del vacuno y el ovino la información sobre las necesidades alimenticias del caprino es reducida y los trabajos existentes han sido algunas veces realizados en condiciones precarias, lo que puede explicar en parte importante la dispersión de los resultados obtenidos (INPA, 1968).

La producción caprina nacional ha recibido poca atención, se encuentra en manos de pequeños propietarios sin existir organización y asistencia técnica por lo que los rendimientos generales de la producción han sido pobres para esta especie (Juárez, 1984).

En el caso de la industria lechera, la mayor parte de la leche se destina a la industrialización de derivados lácteos y no al consumo humano directo. Esta relación del consumo de leche requiere asimismo de un cambio en los gustos de los consumidores y en sus hábitos alimenticios, por lo cual la reorientación de los flujos industriales tendrá resultados tan sólo a largo plazo. Se han desarrollado sistemas para la producción láctea en México en los cuales se aportan altos niveles de concentrado, o aquellos en donde el forraje de buena calidad es dado en gran cantidad (Arbiza, 1986; Echavez, 1987).

Las perspectivas para modernizar la caprinocultura en México dependen de la intensificación de la producción lechera y de la transformación

industrial de lácteos, de la capacitación zootécnica, integración de productores a circuitos comerciales, facilidades de créditos y apoyos institucionales para acopio y distribución de insumos, así como fomentar la cría nacional de cabritos de buena calidad y bajo costo (Juárez, 1987).

2.- REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 ANTECEDENTES

En 1954 se encontró evidencia que sugería que el Cromo (Cr) podría ser indispensable para los animales en la síntesis del colesterol y de los ácidos grasos, al demostrar que en el hígado de la rata se aumentaba la síntesis con la administración del Cr. Schwarz y Mertz en 1959 (citados por Church, 1987) demostraron la importancia del Cr trivalente en la utilización de la glucosa. Desde esa época se conoce que la utilización de glucosa se relaciona con la presencia del Cr como un cofactor de la insulina. Utilizar el Cr no solo depende de su valencia (el trivalente se absorbe - metaboliza - y el hexavalente no) sino también de su forma química. Mertz en 1969 (citado por Church, 1987) demostró que el Cr radiactivo atravesaba la barrera placentaria para llegar al feto de la rata únicamente cuando el Cr se incorporaba a la levadura y no cuando se le administraba a la madre como sales inorgánicas. Mertz en 1967 y Schroeder en 1968 (citados por Church, 1987) concluyeron que el Cr trivalente es necesario para el metabolismo normal de los glúcidos y lípidos. Las necesidades de Cr se elevan en hombres que presentan una alteración en su tolerancia a la glucosa. Se ha revisado el papel del Cr en la nutrición, pero no se ha encontrado evidencia de la necesidad práctica de suministrar un complemento de Cr a las dietas de los animales alimentados con ingredientes naturales comunes (Church, 1987).

2.2 ASPECTOS QUIMICOS DEL CROMO

El cromo fue descubierto por el químico Francés Vauquel en 1797 citado por Ensminger (1990), mientras estudiaba la propiedades del crocoite, un mineral que es rico en plomo cromado. El nombre común del cromo fue derivado del griego chroma, que significa color, porque el elemento se encuentra en muy diferentes composiciones de color (Ensminger, 1990).

El cromo, con un número atómico de 24 y una masa de 52.01, pertenece a la primera serie de elementos de transición. Su posición en el subgrupo VI B de la tabla periódica es rodeada de tres elementos con una función biológica conocida: vanadio, manganeso, y molibdeno. El cromo puede encontrarse en cada uno de sus estados de oxidación desde -2 a +6, pero únicamente las formas 0, +2, +3, y +6 son comunes. Los componentes del cromo divalente son inestables a menos que sean protegidos cuidadosamente de la oxidación que se lleva a cabo fácilmente con el aire. La forma hexavalente está casi siempre ligada con oxígeno. Esto lo diferencia de los estados de oxidación del molibdeno y el tungsteno, en tanto este tiene poca tendencia para formar poliácidos, y los únicos iones importantes de Cr+6 son cromatos, CrO_4^{-2} , y dicromatos, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$. Ambos son fácilmente reducidos a Cr+3 en solución ácida (Mertz, 1969).

Dentro de los compuestos orgánicos más conocidos se encuentran: el glicinato crómico, oxalato crómico, el factor de tolerancia a la glucosa y más recientemente, el tripicolinato de cromo (Page et. al. 1993).

El cambio gradual de color naranja a verde de la convencional solución de limpieza después de exponerse a trazas de materia orgánica, es característica del estado Cr+3. Los complejos en los que Cr+6 podrían ser estabilizados contra la reducción con materia orgánica (Mertz, 1969).

La forma trivalente es el estado más estable de oxidación. Este tiene una fuerte tendencia a formar complejos de coordinación y quelatos. La razón de cambio de enlaces de ciertos componentes es muy lenta. De ahí que, reacciones de cambio puedan ser seguidas fácilmente. El cromo trivalente tiene un número coordinado de 6, con la dirección de sus enlaces apuntando hacia las esquinas de un octaedro. Un gran número de complejos ha sido estudiado. Algunos de los enlaces más comunes ocurren con agua, amonio, urea, etilendiamino (sin su carga), o aniones como haluro, sulfato y aniones de muchos ácidos orgánicos. Los enlaces con metal pueden incluir oxígeno y nitrógeno, la relación cromo-sulfuro ha sido demostrada en los sistemas biológicos. Iones libres de cromo no existen en soluciones acuosas; éste siempre está vinculado con agua como con otros enlaces en la solución (Mertz, 1969).

El cromo trivalente juega un importante papel en promover la respuesta de insulina en los tejidos del cuerpo. Sin embargo, las membranas celulares son virtualmente impermeables para el ion cromo hidratado trivalente, y solo un 0.5% de la dosis oral del cromo trivalente inorgánico (clorhidrato de cromo) es absorbido. Esto ha garantizado el desarrollo de los componentes de cromo orgánico, los cuales son más permeables a la célula (McCarty et al. 1993).

Lo más intrigante del cromo tripicolinato (comúnmente llamado picolinato de cromo), es que siendo una molécula de cromo trivalente une a tres moléculas de ácido picolínico. Rentería y Cuarón 1993, (1994), mencionan que este es un derivado del metabolismo del triptófano y el cromo en su forma trivalente; en lo que respecta a la efectividad del picolinato (ácido piridín-2-carboxílico), como quelante de varios minerales, se ha observado que incrementa la absorción de varios cationes como Fe, Zn, Co, Cu y Cr entre otros. El complejo de cromo tripicolinato es eléctricamente neutro, relativamente lipofílico, y estable, propiedades que sugieren que este puede ser efectivo como agente de transporte (McCarty et al. 1993).

En un pH ácido (pH 4) estos complejos son poco estables y pueden retener su espectro por largos periodos, después de un rápido cambio. Si la concentración de grupos OH- aumenta, se eleva el pH de la solución. El resultado es la formación de un puente de iones de cromo

con los grupos hidroxilo. Esta reacción es muy compleja. Esto permite la formación de complejos polinucleótidos. Cuando los grupos hidroxilo forman el puente, el proceso se denomina olación. Se cree en la olación no sólo por ser un proceso importante en el curtimiento de piel, sino porque probablemente juega un importante papel en la acción biológica del cromo en el organismo vivo (Mertz et al 1969).

2.3 ASPECTOS FISIOLÓGICOS

2.3.1 ABSORCIÓN

Diversos estudios han mostrado que sólo un 1%, o menos, del cromo inorgánico aportado en la dieta es absorbido, mientras que cuando mucho 10 a 25% del factor de tolerancia a la glucosa (GTF-cromo) puede ser absorbido. Esta proporción probablemente dependa de la acidez del jugo gástrico, el cual reduce la absorción del cromo Cr-3 por la de cromato CrO₄, aun en la presencia de comida, lo cual puede reducir y unir al elemento. El sitio de absorción del cromo es desconocido, así como el mecanismo por el cual el cromo es acarreado a través de la pared intestinal. Existe evidencia indirecta de que el estado químico del cromo en el intestino determina el grado de absorción (Mertz et al. 1969).

Se ha reportado que la absorción del cromo es facilitada por una molécula orgánica como el picolinato (Pic) o compuestos orgánicos de la levadura crecida en medios con cromo (Lindemann et al. 1995; Page et al. 1993; Kitchalong et al. 1995).

2.3.2 METABOLISMO

Los animales estudiados han mostrado que una buena proporción de la dosis de cromo aportada es almacenada en hígado, cuando este es suministrado como GTF como una sal inorgánica. Además, el cromo en el hígado ha mostrado tener actividad de GTF. Después del hígado, los riñones aparecen como una de las mejores fuentes de GTF-cromo (Page et al. 1993; Amoikon et al. 1995).

Varias condiciones de estrés, como malnutrición y pérdida de sangre, disminuyen la utilización de azúcares por parte del cuerpo. Asimismo, parece que el cromo necesita que el cuerpo esté bajo situaciones críticas. Por ejemplo, estudios en animales han mostrado que el efecto de dietas de baja-proteína acompañadas con ejercicio controlado, y la pérdida controlada de sangre, fueron de consecuencias más severas en los grupos de deficiencia de cromo que en aquellos en los cuales fue suplementado el mineral (Page et al. 1993; Amoikon et al. 1995).

El cromo ha demostrado que afecta el metabolismo de los carbohidratos y la insulina. La insulina actúa ligando a receptores específicos en la superficie de las células, y el cromo puede que también incremente el número de receptores insulínicos en la superficie de la célula o incremente la atracción de la insulina hacia los receptores, o posiblemente una combinación de los dos mecanismos (Page et al. 1993; Amoikon et al. 1995).

El cromo es necesario para el crecimiento y la síntesis de proteínas, así como la suplementación de cromo promueve el mejoramiento de los animales y eleva el metabolismo de energía (Kitchalong et al. 1995). La ruta predominante de excreción de cromo endógeno es la urinaria (Ensminger, 1990; Merris, 1969).

2.3.3 FUNCIONES:

El cromo tiene diferentes funciones dentro de las cuales se encuentran:

Componente del factor de tolerancia a la glucosa (GTF), el cual aumenta el efecto de la insulina. Activador de enzimas, muchas de las cuales participan en la producción de energía a partir de carbohidratos, grasas y proteínas. Estabilizador de ácidos nucleicos

(DNA y RNA). Estimula la síntesis de ácidos grasos y colesterol en el hígado (Ensminger, 1990; Maynard, 1983; Church, 1988; Bunting et al. 1994; Page et al. 1993).

2.3.4 SINTOMAS DE DEFICIENCIA

Disminuye la tolerancia a la glucosa, el cual se puede acompañar con niveles altos de azúcar en sangre y la pérdida de azúcar en la orina. Desordenes en el metabolismo de proteínas y lípidos (Ensminger, 1990). El efecto de la deficiencia de cromo en tejidos sensibles a insulina puede ser difícil de predecir en los rumiantes (Bunting et al. 1994).

2.3.5 TOXICIDAD

Rara vez el cromo es tóxico porque sólo pequeñas cantidades están presentes en muchos alimentos, el cuerpo lo utiliza poco, y existe un amplio margen de seguridad entre dosis benéficas y tóxicas.

El exceso de cromo inorgánico es mucho más tóxico en iguales cantidades que GTF-cromo (Ensminger, 1990).

2.4 PRINCIPALES INTERRELACIONES

Son pertinentes las siguientes interrelaciones:

1. El cromo funciona mejor en el cuerpo cuando esta en la forma GTF.
2. Dietas ricas en carbohidratos pueden causar que el suministro de GTF-cromo se reduzca.
3. El cromo inorgánico es utilizado, pero con menos eficiencia que el de GTF.
4. La absorción del cromo es impedida por fosfatos y oxalatos.
5. El zinc y vanadio antagonizan los efectos del cromo (Ensminger, 1990; Page et al. 1993; Kitchalong et al. 1995).

2.5 FUENTES DE CROMO PARA ANIMALES:

Alimentos ricos en cromo como aporte para los animales: maíz, harina de hígado, leche, papas, harina de carne de aves, aceites de vegetales, trigo, salvado de trigo, levadura de cerveza e hígado seco (Ensminger, 1990).

El contenido de cromo en los alimentos puede afectarse por el contenido de cromo en el suelo, el procesado de los granos, el refinamiento de la melaza, y la fermentación. No hay evidencia de

raciones comunes de alimento necesiten ser suplementadas con cromo (Ensminger, 1990).

2.6 LEVADURAS

El estímulo de la fermentación en levaduras por medio de cromo a concentraciones ligeramente altas (125-200 ppm) ha sido reportado desde hace 80 años. Estos descubrimientos fueron confirmados por dos investigaciones independientes con dosis de cromato de 6 a 800 ppm, aunque la magnitud de los efectos observados varió de una investigación a otra. La acción del cromato en estos sistemas no es específica; otras sales, ácidos, calor, luz ultravioleta y soluciones hipotónicas producen efectos similares. Todas estas acciones probablemente pueden ser interpretadas como el principal efecto nocivo sobre la célula para aumentar la pérdida de glicógeno. El cromo es tóxico para la levadura de cerveza, crecida en un medio sintético a 200 ppm, aun cuando se supliera en la forma trivalente; la toxicidad del cromato, puede esperarse sea por lo menos un poco mayor o probablemente mucho mayor (Mertz, 1990).

La relación entre el cromo y la levadura de cerveza esta siendo estudiada nuevamente, pero el primer crecimiento de levadura de torula, no es una excelente fuente de factor de tolerancia a la glucosa. Este factor es un almacenador de cromo, los complejos orgánicos requieren para su mantenimiento de una tolerancia a la glucosa normal en ratas. Levaduras de cerveza (Sacharomices

carlsbergensis) cultivadas en el medio de agar Sabouraud incorporan poco cromo, agregado como cloruro de cromo, a pesar de que la célula estaba en la fase logarítmica y estacionaria. La adición de glucosa al medio para una concentración final del 5%, aumentó satisfactoriamente la incorporación de cromo en la célula, pero no de hierro y manganeso. El valor tomado fue independiente de la concentración de cromo sobre un rango de 0.0001 a 1 ppm. Ninguna de estas concentraciones aumentó el crecimiento de la levadura. El mecanismo por el cual la glucosa incrementa el cromo incorporado a la célula es desconocido (Mertz, 1990).

2.6 EFECTO EN LOS ANIMALES

La nutrición apropiada de la cerda es una parte integral de su optimización reproductiva. Suponiendo que se permite la libertad del balance nutricional negativo en cerdas lactantes y que de hecho el cromo se encarga de la utilización de carbohidratos, proteínas y grasas, esto hace considerar que el cromo pudiera mejorar el funcionamiento y condición de la cerda (Lindemann et al. 1995).

Steele (1977) reportó que el factor de tolerancia a la glucosa, era biológicamente activo en cerdos y que el factor sintético de tolerancia a la glucosa conteniendo cromo, potencializa la actividad de la insulina en la misma especie. Sin embargo, Steele en 1982

citado por Page (1993), reportó que el cromo en la dieta, no afecta la insulina hepática ligada, pero incrementa el crecimiento y la eficiencia alimenticia en cerdos (Page et al. 1993).

Andersen en 1967 y Mertz en 1993 citados por Bunting (1994), reportaron que debido a su función de potencializar la acción de la insulina sanguínea durante la compensación de glucosa post prandium, el cromo es considerado esencial para el metabolismo de los carbohidratos en humanos y otros no-rumiantes (Bunting et. al. 1994).

Los rumiantes derivan muchos de sus requerimientos de glucosa a partir de la gluconeogénesis hepática más que de la absorción intestinal, y sus tejidos parecen ser más refractarios a la insulina que los tejidos de los no-rumiantes. Así que, el efecto de la deficiencia de cromo en tejidos sensitivos a insulina puede ser difícil de predecir en los rumiantes. En suinos, el nivel metabólico de respuesta al cromo parece depender de su forma química; las formas orgánicas parecen ser más efectivas (Bunting et al. 1994).

En los rumiantes, los efectos del cromo sobre los depósitos de energía no son claros. Sin embargo, el picolinato de cromo (CrP) ha reducido los depósitos de grasa en ovejas (Bunting et. al. 1994).

El cromo también ha mostrado que afecta la incorporación y utilización de amino ácidos (Roginski y Mertz et. al. 1969; Page et.

al. 1994), síntesis de proteína nuclear (Weser y Koolman, 1969; Page et. al. 1994), y la síntesis de RNA (Okada et. al. 1983, 1984; Page et. al. 1994; Ohba et. al. 1986).

Bunting (1994), refiere que el balance de nitrógeno no fue afectado al suplementar CrP, sugiriendo que el CrP tiene poca influencia sobre la eficiencia de síntesis de proteína. En contraste con Britton en 1968 citado por McCarty (1993), que encontró que solo 37 ug de cromo diarios como CrCl3 incrementan la retención de nitrógeno en ovejas (Bunting et al. 1994; McCarty et al. 1993).

En no-rumiantes suplementados con Cr, se redujo totalmente la concentración de colesterol en suero, siendo el número de resultados más frecuentemente reportados de en el metabolismo de los lípidos. En estudios con rumiantes la concentración de colesterol en suero no ha respondido muchas veces al suplementar Cr. Sin embargo Samsell en 1987 referido por Bunting (1994), observó que la concentración de colesterol en suero parecía incrementarse en ovejas después de los 102 días (Bunting et al. 1994).

Subiyatno (1993 a, b, referido por Bunting en 1994), reportó que la suplementación de 500 ug/kg de Cr orgánico, empezando 6 semanas antes del parto y continuando hacia la lactación en las primeras semanas aumentó la producción láctea un 13% en vacas al primer parto y

tuvieron un pequeño efecto en vacas de más de un parto (Bunting et al. 1994).

Posteriormente Samsell y Spears (1989, referido por Kitchalong en 1995), investigaron el efecto de la suplementación de CrCl₃ en ovejas y encontraron que responden a esta forma inorgánica de cromo en forma variable y dependiente de la dieta (Kitchalong et al. 1995).

La insulina tiene efectos limitados en la síntesis de ácidos grasos a partir de acetato en bovinos y ovinos. De aquí, que haya la posibilidad que en presencia de cromo, la insulina pueda funcionar más en forma anabólica y menos de manera catabólica, especialmente en rumiantes, los cuales parecen tener menos sensibilidad-insulinica que los no-rumiantes (Kitchalong et al. 1995; Amcikon et al. 1995).

3.- OBJETIVOS

- Evaluar el efecto de la incorporación de picolinato de cromo en la dieta, sobre aspectos productivos de cabras lecheras. Entre estos aspectos productivos se consideraron:

- 1) Efecto del cromo sobre la producción y composición de leche (grasa y sólidos totales).
- 2) Efecto del cromo sobre el consumo de materia seca y materia orgánica.
- 3) Cambios de peso de las hembras en el periodo de lactancia estudiado.

4.-HIPOTESIS

La suplementación de picolinato de cromo potencia la acción de la insulina sobre el metabolismo de los hidratos de carbono y las proteínas; por lo tanto el picolinato de cromo puede mejorar el uso de aminoácidos y glucosa, esperando conducir un aumento en la producción y porcentaje de grasa en la leche de cabra.

5.- MATERIAL Y METODOS

El trabajo fue realizado en la Unidad Académica de Enseñanza Agropecuaria de la FES-Cuautitlán. Se utilizaron 10 cabras de la raza Alpina, que previamente al experimento fueron desparasitadas internamente con albendazol, 2.5 mg/kg vía oral y externamente con Coumaphos, 15 gramos en 15 litros de agua vía aspersión. Los animales que estaban en el segundo parto fueron asignados aleatoriamente a dos tratamientos de alimentación que se presentan en el Cuadro 1.

CUADRO 1 Ingredientes utilizados en las dietas

CONTROL		Experimental-C-Pic	
ALFALFA	34.0%	ALFALFA	34.0%
SORGO	24.0%	SORGO	24.0%
AVENA	32.8%	AVENA	32.8%
PASTA DE SOYA	9.0%	PASTA DE SOYA	9.0%
FOSFATO DICALCICO	0.5%	FOSFATO DICALCICO	0.5%
SEBO	4.0%	SEBO	4.0%
MEZCLA MINERALES	0.3%	MEZCLA MINERALES	0.3%
VITAMINAS	0.2%	VITAMINAS	0.2%
		CROMO	0.33%

Rutina de manejo

La alimentación fue proporcionada ad libitum diariamente en dos presentaciones (9:30 hrs y 16:30 hrs). Diariamente se colectaron individualmente los rechazos de alimento y una muestra representativa del alimento ofrecido y los rechazos semanales de cada animal fueron tomados para el análisis posterior de materia seca (MS) y materia orgánica (MO) consumida. Los animales fueron pesados semanalmente. Y los cambios de peso para el período de trabajo fueron evaluados mediante regresión lineal de peso sobre días. Los animales fueron ordeñados una vez al día (8:00 hrs) y se midió la leche producida diariamente en el periodo experimental. En la última semana del trabajo, se realizaron 3 muestras de leche para el análisis del contenido de grasa (Método de Gerber, Buschenge, 1960) y sólidos totales por medio de secado.

El análisis de las variables dependientes (consumo, contenido grasa, sólidos totales y producción láctea) se realizó de acuerdo a un modelo completamente al azar utilizando producción inicial de leche como covariable y la comparación de medias por el procedimiento LSMEANS del paquete estadístico SAS. Los cambios de peso se analizaron de acuerdo a un modelo completamente al azar en el mismo paquete estadístico.

6.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Consumo de alimento:

En el cuadro 2 se presentan los datos de consumo de materia seca (CMS) y materia orgánica (CMO). El análisis de la información no presentó diferencias significativas ($p > 0.10$) entre los tratamientos de alimentación utilizados en el experimento. El consumo promedio de materia seca fue de 2.15 kg/día y 2.14 kg/día para control y picolinato de cromo (Cr Pic), respectivamente. En términos de materia orgánica el consumo fue de 1.97 kg/día y 1.96 kg/día para el control y picolinato de cromo respectivamente. El consumo de materia seca por unidad de peso metabólico fue de 118 y 117 MS/kg PV 0.75 y el consumo de materia orgánica por unidad de peso metabólico fue de 109 y 108 MO/kg PV 0.75 .

CUADRO 2 Consumo de materia seca (CMS), materia orgánica (CMO) y materia seca y materia orgánica por unidad de peso metabólico.

	CONTROL	Cr Pic	EE
Consumo de materia seca (kg/día)	2.15	2.14	0.97
g MS/kg PV 0.75	118	117	5.2
Consumo de materia orgánica	1.97	1.96	0.89
g MO/kg PV 0.75	109	108	4.8

6.2 Sólidos totales, contenido graso y producción:

En el Cuadro 3 se presenta la información correspondiente a sólidos totales, cenizas y contenido graso de la leche.

El análisis de varianza indicó la inexistencia de diferencias significativas ($p > 0.10$) entre tratamientos para las variables estudiadas.

El contenido de sólidos totales fue de 14.8 y 14.2 y el contenido de cenizas de 4.9 y 5.0 para el control y picolinato de cromo, respectivamente.

El contenido graso fue de 4.99 y 4.68 para el control y picolinato de cromo respectivamente.

Cuadro 3 Contenido medio de sólidos totales, cenizas y grasa en leche para las dietas control y picolinato de cromo.

	CONTROL	Cr Pic	EE*
Sólidos totales (%)	14.8	14.2	0.25
Cenizas (%)	4.9	5.0	0.38
Grasa (%)	4.99	4.68	0.16
Producción (lts)	2.30	2.25	0.05

* Error estandard de la media

Las medias de producción de leche fueron de 2.30 lts. y 2.25 lts. para el control y picolinato de cromo respectivamente, no presentandose diferencias significativas ($p > 0.05$) entre ambos tratamientos.

La ganancia de peso fue de 1.12 g y 0.92 g tanto para el grupo control, como para el de picolinato de cromo respectivamente, no se presentaron diferencias significativas entre ambos tratamientos ($p > 0.10$).

Comparando los resultados reportados por otros autores, refieren que el suplementar cromo, aumenta la producción de leche en primalas en un 13.7%, pero no tiene efecto sobre vacas de más de un parto.. El incremento de la producción se obtuvo en forma extensa, mediante el uso excesivo de la energía de reserva de las vacas. El suplementar cromo reduce el peso de las vacas primalas y tiende a deteriorar los niveles de condición tanto en vacas primalas como en multiparas. A pesar del incremento de la producción láctea, la suplementación de cromo no tiene efecto sobre la composición láctea (Subiyatno et al. 1995).

Los ruminantes derivan muchos de sus requerimientos de glucosa a partir de la gluconeogénesis hepática más que de la absorción intestinal, y sus tejidos parecen ser más refractarios a la insulina que los tejidos de los no-ruminantes. Así que, el efecto de la

deficiencia de cromo en tejidos sensitivos a insulina puede ser dificil de predecir en los rumiantes (Bunting et al. 1995).

En los rumiantes, los efectos del cromo sobre los depósitos de energia no están claros. Sin embargo, el cromo-picolinato (CrP) ha reducido los indices de gordura en ovejas. Page (1993) notó que el cromo podia alterar la deposición de proteínas por medio de la incorporación de aminoácidos, y utilización y síntesis de proteínas nucleares y RNA. Bunting (1994) refiere que el balance de nitrógeno no fue afectado al suplementar CrP, sugiriendo que el CrP tiene poca influencia sobre la eficiencia en la deposición de proteína (Bunting et al. 1994; McCarty et al. 1993).

Se puede considerar que el picolinato de cromo en vacas de más de un parto no tiene efecto (Subiyatno, 1995) sobre la composición y la producción lactea, de igual manera podria ocurrir en las cabras del presente experimento, ya que estas son cabras al segundo parto y los resultados muestran que no hay diferencias entre el grupo control y el tratado.

Aparentemente el efecto del cromo en el organismo de los rumiantes tiene lugar bajo ciertas condiciones: estrés, dietas de baja-proteína, que los animales se encuentren en constante movimiento o ejercicio, primaras, y sino se presentan estas condiciones, el cromo

no surte efecto, ya que todo el organismo se encuentra en balance, las necesidades de energía por parte de la célula no sufren un déficit y los receptores insulínicos no se hacen presentes.

Si el cromo tiene ciertos cambios en su estructura química al estar en contacto con el agua, se puede considerar que uno de los posibles problemas es que al pelletizar el alimento se usó vapor para lograr esta forma, el calor también puede causar problemas, así los compuestos de cromo pudieran llegar a desnaturalizarse en parte, no solo por el calor y el agua, sino también por las bacterias y reacciones que pueden surgir en este proceso.

El porcentaje de picolinato de cromo en la dieta fue muy pequeño, cuando se lleva a cabo la mezcla de los ingredientes, este se pudiera llegar a concentrar en una parte y no distribuirse en todo el alimento como se espera. Se sugiere que en el futuro la administración del cromo sea directa, quizás en cápsulas.

Se puede considerar que el número de animales utilizado en la muestra, fue reducido y afectar la observación de cambios significativos en las variables estudiadas

(porcentaje de grasa, producción, así como consumo y ganancia de peso), por lo tanto se sugiere que en futuros experimentos para esperar encontrar diferencias significativas se tome una población más grande que 10.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

7.- CONCLUSIONES

En base a los resultados analizados de esta investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

7.1 -- Los cambios en la cantidad de grasa y sólidos totales en la leche no son significativos, lo cual coincide con los reportes de la literatura.

-- Los cambios sobre el consumo de materia seca y materia orgánica no fueron significativos. Se considera que la palatabilidad de ambas dietas no influyó sobre el consumo.

-- Los cambios en el peso de las hembras tampoco fueron significativos entre ambos tratamientos, ya que en ambos casos hubo un aumento de peso.

7.2 Se debe considerar también que los efectos del cromo en los rumiantes no está bien determinado como lo esta en los monogástricos donde estos por su semejanza con la de los humanos su estudio ha sido profundizado con fines terapéuticos, por lo tanto es necesario seguir con el estudio de este mineral para los poligástricos y de esta manera ver si realmente influye sobre los procesos de producción.

8.- BIBLIOGRAFIA

- Amoikon, E.K., J.M.Fernández, L.L. Southern, D.C. Thompson Jr., T.L. Ward, and B.M. Olcott. 1995. Effect of Chromium Tripicolinate on Growth, Glucose Tolerance, Insulin Sensitivity, Plasma Metabolites, and Growth Hormone in Pigs. *Anderson, J. Anim. Sci.* 73:1123-1130.
- Anderson, R.A. 1987. In: W. Mertz (Ed) Trace Elements in Human and Animal Nutrition (5th Ed.) p. 225 **Academic Press, San Diego, Ca.**
- Arbiza, A.S.I. 1986. Producción de caprinos. Edit. A.G.T., México.
- Britton, R.A, G.A McLaren and D.A. Jett. 1966. Influence of cane molasses on NPN utilization and Fiber Digestibility. *J. Anim. Sci* 27:1510 (Abstr).
- Bunting, L.D.; Fernández, J.M.; Thompson, D.L. Jr.; Southern, L.L. 1994. Influence of Chromium Picolinate on Glucose Usage and Metabolic Criteria in Growing Holstein Calves. *J. Anim. Sci.* 72-: 1591-1599.
- Buschange, L. A.; Vogt, K. 1962. Accuracy of the Gerber test for determination of fat milk. South Africa Department of agricultural Technology. *Agric. Research Reports*, pp 68-70.
- Church, D.C. 1987. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Edit. Limusa. México.
- Church, D.C. 1988. Basic Animal Nutrition and Feeding. Edit. Wiley, U.S.A.
- Echavez, V.E. 1987. Producción de leche con cantidades reducidas de concentrado en un hato lechero de la Comarca Lagunera. *Memorias III Congreso Nacional de AMENA. Cocoyoc, Morelos.*
- Ensminger, M.E. 1978. Alimentos y Nutrición de los Animales. Edit. El Ateneo, México.
- Ensminger, M.E. 1990. Formerly, Feeds and Nutrition. Edit. The Ensminger Publishing Company.
- Evock-Clover, Ch.M.; Polansky, M.M.; Anderson, R.A.; Steele, N.C. 1993. Dietary Chromium Supplementation with or without Somatotropin treatment Alters Serum Hormones and Metabolites in Growing Pigs without Affecting Growth Performance. *J. Nutr.* 123: 1504-1512.

INRA. 1988. Alimentación de los Rumiantes. Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España.

Juárez, L.A. 1984. Producción caprina en México, estructura productiva y perspectivas de modernización. Memorias de Productividad Caprina. FMVZ UNAM, México.

Juárez, L.A. 1987. Producción caprina en México, estructura productiva y perspectivas de modernización. Asociación Mexicana de Soya A.S.A/México A.N. No. 63 p. 1-7.

Kitchalong, I.; Fernández, J.M.; Bunting, I.D.; Southern, L.L.; Bidner, T.D. 1995. Influence of Chromium Tripicolinate On Glucose Metabolism and Nutrient Partitioning in Growing Lambs. J. Anim. Sci. 73: ???-???.

Lindemann, M.D.; Wood, C.M.; Harper, A.F.; Kornegay, E.T.; Anderson, R.A. 1995. Dietary Chromium Picolinate Additions Improve Gain:Feed and Carcass Characteristics in Growing-Finishing Pigs and Increase Litter Size in Reproducing Sows. J. Anim. Sci. 73: 457-465.

Maynard, L.A. 1983. Nutrición Animal. Edit. McGraw-Hill, México.

McCarty, M.F. 1983. Hypothesis: Sensitization of Insulin-Dependent Hypothalamic Glucoreceptors May Account for the Fat-Reducing Effects of Chromium Picolinate. J. Opt. Nutr. 2(1):36-56.

McDonald. 1986. Nutrición Animal. Edit. Acribia, España.

Mertz, W. 1967. Biological role of Chromium. Fed. Proc. 26:186.

Mertz, W. 1969. Physiological Reviews. Edit The American Physiological Society. Vol.49:163, No.2 April.

Mertz, W., E.W. Toepfer, E.F. Roginski, M.M. Polansky. 1974. Present Knowledge of the Role of Chromium. Fed. Proc. 33: 2275.

Mertz, W. 1993. Chromium in human nutrition: A review. J. Nutr. 123:626

Page, T.G.; Southern, L.L.; Ward, T.L.; Thompson D.L. Jr. 1993. Effect of Chromium Picolinate on Growth and Serum and Carcass Traits of Growing-Finishing Pigs. J. Anim. Sci. 71: 656-662.

Ohba, H.; Suketa, Y; Okada, S. 1986. Enhancement of ribonucleic acid synthesis on chromium (III) bound chromatin. J. Inorg. Biochem. 27:179.

- Okada, S.M.; Suzuki, M.M.; Chba, H. 1983. Enhancement of ribonucleic acid synthesis by chromium (III) in mouse liver. *J. Inorg. Biochem.* 19:95
- Okada, S.M.; Tsukada, H.; Chba, H. 1984. Enhancement of nucleolar RNA synthesis by chromium (III) in mouse liver. *J. Inorg. Biochem.* 21:113
- Rentería, F.; Curarón, J. 1993. Tripicolinato de cromo en la alimentación de cerdos, respuesta en crecimiento y composición corporal. Sexto Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal. October 28-30, Acapulco, México. p 178 (Abstr.)
- Rentería, F. A. 1994. Efecto del Aporte de Tripicolinato de cromo sobre la producción y algunos metabolitos en Cerdos. Tesis de Maestría en Producción Animal. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. 001/94.
- Roginski, E. E.; Mertz, W. 1969. Effects of Chromium III supplementation on glucose and aminoacid metabolism in rats fed a low protein diet. *J. Nutr.* 97:525
- Samsell, C.F. 1967. Studies on Possible Essential Roles of Chromium in the Ruminant. M.S. Thesis, North Carolina State University, Raleigh. *J. Anim. Sci.* 1994. 72:1591-1599.
- Samsell, L.J. and J.W. Spears. 1969. Chromium Supplementation Effects on Blood Constituents in Lambs Fed High or Low Fiber Diet. *Nutr. Res* 9:889.
- SAS. 1988. SAS/STAT. MR. User's Guide (Release 6.03) SAS Inst Inc., Cary, NC.
- Schroeder, H.A. 1968. *Amer. J. Clin. Nutr.* 21:230.
- Schwarz, K. y W. Mertz 1959. *Arch. Biochem. Biophys.* 85:292.
- Steele, N.C., T.G. Althen, and L.T. Frobish. 1977. Biological activity of Glucose Tolerance Factor in Swine. *J. Anim. Sci.* 45:1341
- Steele, N.C., M.P. Richards, and R.W. Rosebrough. 1982. Effect of Dietary Chromium and Protein Status on Hepatic Insulin Binding Characteristics of Swine. *J. Anim. Sci.* 55(Suppl. 1):300 (Abstr.).
- Subiyatno, A., D.N. Mowat, and R.M. Liptap. 1993a. The Effect of Supplemental Chromium on Early Lactation Performance of Holstein Cows. *J. Dairy Sci.* 76 (suppl. 1):300 (Abstr.).