



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

CONTENIDO DE Ca, Mg, P, Zn, Cu, Fe Y ACIDO
FITICO EN GERMINADOS DE TRIGO,
CEBADA Y SORGO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

Médico Veterinario Zootecnista

P R E S E N T A:

ANA MARIA NARVAEZ GARCIA

Asesores: MVZ René Rosiles Martínez
QFB Emilio Eslava Plasencia
MVZ Janitzio Ariel Bautista Ordoñez

FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1995



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 está 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.

Las personas que trascienden son aquellas que en vida ofrecen a los demás los mejores momentos, aquellas que van dejando muestras de bondad, amor y dedicación, aquellas que un día nos dan la mano para mostrarnos un camino de alegrías y de muchas otras sorpresas. Esas personas aunque físicamente no estén con nosotros, seguirán presentes por siempre en nuestro pensamiento y seguirá dejando un buen sabor de boca su recuerdo.

A la memoria de mi abuelita Esperanza.

Disfrutar de la vida, amanecer con muchas ganas de vivir un nuevo día y no dejar que llegue la noche sin que se haya dado el mayor esfuerzo, dejar los malos ratos y los malos momentos, hacer frente a cualquier dificultad por grande que esta sea y tomar las experiencias de todas nuestras vivencias.

A la memoria de la Profra. Graciela Aceves de Aceves (mi tía Chela).

La formación de una persona requiere de buenos cimientos, de buenas bases; de mucha gente que le aporte diferentes conocimientos, diferentes experiencias. Y yo agradezco a toda la gente que ha estado conmigo y que ha dejado en mí algo para mi formación tanto personal como profesional.

Quiero agradecer muy especialmente a mi familia por el apoyo que de ellos he recibido, gracias a mis padres por haberme dado la oportunidad de estar aquí y disfrutar de lo que ahora tengo. Gracias a mis amigos por su apoyo, por su comprensión, a Rosina por su forma tan especial de querer a la gente y a Janitzio por su indiscutible calidad humana y por ayudarme cada día a ser mejor.

A todos los que intervinieron en mi formación como estudiante también tengo algo que agradecerles. Con gran admiración y cariño a la Universidad Nacional Autónoma de México, a mis maravillosos profesores en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica, al Laboratorio de Toxicología, donde tuve la oportunidad de conocer a gente muy valiosa, a mis asesores por todo su tiempo, y su conocimiento compartidos y a las personas de mi jurado todas ellas muy valiosas.

Gracias

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
HIPOTESIS.....	13
OBJETIVOS.....	13
MATERIAL Y METODOS.....	13
RESULTADOS.....	16
DISCUSION.....	19
LITERATURA CITADA.....	21
CUADROS Y FIGURAS.....	25

RESUMEN

MARVAEZ GARCIA ANA MARIA. CONTENIDO DE Ca, Mg, P, Zn, Cu, Fe y ACIDO FITICO EN GERMINADOS DE TRIGO, CEBADA Y SORGO. (Bajo la dirección de: MVZ Rene Rosiles Martínez, QFB Emilio Esilava Plasencia, MVZ Janitsio Ariel Bautista Ordóñez).

Se determinaron Ca, Mg, P, Zn, Cu, Fe y ácido fítico en semillas y germinados de cebada, sorgo y trigo en el laboratorio de toxicología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Estos fueron analizados por espectrofotometría de absorción atómica y por el método de Oberleas respectivamente, para establecer una posible relación entre ellos, por el antecedente del efecto secuestrante que el ácido fítico ejerce sobre los minerales. Las concentraciones de ácido fítico en las muestras fueron: grano de cebada 113.1 ppm, grano de trigo 123.7 ppm, en el grano de sorgo 87.8 ppm y en el rastrojo 99.3 ppm. En germinados de trigo se detectaron 123.1 ppm y en el de cebada 93.7 ppm. Los resultados nos indican que el contenido de ácido fítico disminuye comparativamente del grano al germinado de cebada, pero en grano y germinado de trigo no se modificó. En la evaluación del contenido mineral, se observó además un ligero incremento en los germinados con respecto a las semillas, que puede deberse a la administración de óxido de calcio industrial (cal) durante la elaboración de los

germinados. Se encontró que el tratamiento del grano con la cal antes de su germinación incrementa los minerales, sin embargo debe tenerse cuidado ya que puede provocar desbalances minerales en la ración de los animales.

INTRODUCCION

Uno de los objetivos que debe perseguir el Médico Veterinario Zootecnista, es la implementación de sistemas para la producción de alimentos de origen animal, garantizando eficiencia, alta productividad, minimizando costos y sin descuidar la salud y el bienestar del hombre. El punto más importante dentro de un sistema de producción animal es la alimentación, ya que representa de un 60 a un 70 % del costo total. (3, 26) Por lo que se necesitan constantes investigaciones para el desarrollo de nuevos métodos y técnicas con el propósito de conseguir más fuentes de alimentación a un menor costo y en el menor espacio posible. Se han realizado algunos estudios para analizar nuevas fuentes de producción de alimento, se menciona a la hidroponía como un método muy útil en zonas donde no es posible la producción de plantas sembradas en suelo (8); éste término puede definirse como un sistema de producción intensiva de plantas donde las raíces se riegan con una solución acuosa en la que están disueltos elementos nutritivos esenciales y en lugar de suelo se utiliza como sustrato o medio de sostén un material inerte como puede ser desde unicel o la misma solución (25). El término "hidroponía" deriva de los vocablos griegos hydro o hudor = agua y ponos = trabajo o actividad; lo que literalmente se traduce como trabajo en el agua. Actualmente se utiliza éste término como un sinónimo de

cultivos sin suelo; también se a llamado: Nutricultura, quimiocultura, cultivos artificiales, agricultura sin suelo, pero el más comúnmente utilizado en cualquier tipo de cultivo sin suelo es HIDROPONIA (25). De estas hidroponias se han realizado muchos estudios: en bovinos hembras alimentadas con hidroponias 2 meses antes y 2 meses después de la gestación, se han observado resultados muy satisfactorios en cuanto a parámetros reproductivos como disminución de retenciones uterinas, disminución del tiempo entre partos y disminución del periodo afuncional del ovario entre otros, el valor nutritivo del alimento hidropónico y su uso en vacas de alta producción también ha sido objeto de atención.(14, 27 y 28)

Actualmente se conoce una nueva "técnica" la cual es una modificación de la hidroponia, es el periodo por el que pasan todos los cultivos en general, esto es la producción de germinados, a lo que se le ha llamado "tapete mágico".(1)

La germinación es el fenómeno por el cual la semilla pasa de un estado de vida latente a un estado de vida activa. Aún sin colocarla en la tierra ni darle alimento alguno la semilla germinará tan pronto como se encuentre en condiciones propicias como son humedad, temperatura y aire, ya que las mismas, contienen elementos nutritivos de reserva necesarios para la primera etapa de su desarrollo, denominándosele "plántula".(12, 16, 24 y 30)

En México los germinados empiezan a utilizarse por la necesidad de producir forraje a bajo costo en lugares pequeños, en un lapso breve y en grandes cantidades, debido a que las tierras laborales han ido disminuyendo en extensión como consecuencia de la deforestación, el mal manejo del pastoreo y técnicas agrícolas inadecuadas. (1,16)

Las ventajas de la utilización de germinados son: aumenta la ganancia de peso, disminuye el costo en la producción de forraje fresco, puede utilizarse en la alimentación de todas las especies domésticas y puede implementarse en épocas de escasez de forraje fresco o sequías, periodo en el que también hay una disminución en el tamaño de los hatos lo que propicia la disminución en la producción de carne. (1)

La nutrición de los animales comprende la ingestión, digestión y absorción de los alimentos con el fin de cubrir sus requerimientos nutricionales. A fines del siglo XIX en la ciencia de la nutrición se reconocieron requerimientos de proteínas, grasas, carbohidratos y algunos elementos como calcio (Ca), cloro (Cl), flúor (F), hierro (Fe), sodio (Na) y azufre (S). En la actualidad, 26 de los 90 elementos que aparecen en la naturaleza, son conocidos como esenciales en la vida animal, estos consisten de 11 elementos mayores: carbón (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), azufre (S), calcio (Ca) fósforo (P), potasio (K), sodio (Na),

cloro (Cl) y magnesio (Mg); y 15 elementos aceptados como trazas: hierro (Fe), zinc (Zn), cobre (Cu), manganeso (Mn), níquel (Ni), cobalto (Co), molibdeno (Mo), selenio (Se), cromo (Cr), yodo (I), flúor (F), silicio (Si) y arsénico (As). (13 y 28)

La diferencia entre los minerales mayores o macrominerales y los menores o microminerales también llamados minerales traza, se basa en las cantidades relativas que se necesitan de cada uno en la dieta para un funcionamiento normal del cuerpo. Los macrominerales son aquellos cuyos requerimientos son superiores a 100 ppm en la dieta, en cambio de los microminerales se tienen necesidades inferiores a esa cantidad. (3 y 17)

Los macrominerales se encuentran distribuidos en los tejidos corporales, se relacionan con ciertas funciones del metabolismo y en cuanto al contenido corporal, hay diferencias dependiendo el grado de madurez fisiológica de cada animal, que se refleja principalmente en las cantidades de Ca, P y Mg. Diversas investigaciones del metabolismo y la nutrición han indicado que las proporciones entre estos elementos son sorprendentemente similares entre las especies, con algunas excepciones. (13)

CALCIO (Ca)

Aproximadamente 99 % de Ca corporal aparece en huesos y dientes en una proporción de 2:1 con respecto al fósforo (P), en el hueso se encuentra principalmente en

cristales de hidroxiapatita. El Ca restante (1 %) se encuentra en el plasma sanguíneo en una concentración aproximada de 10 mg/dl, el 60 % esta como ion libre, un 35 % se encuentra ligado a proteínas y mezclado con ácidos orgánicos como el ácido cítrico o con ácidos inorgánicos; de 5 a 7 % es esencial en funciones fisiológicas como conducción de corrientes nerviosas, mantenimiento de la contracción y relajación muscular, activador o estabilizador de algunas enzimas; en la coagulación ayuda a la formación de protrombina a trombina. Las concentraciones de Ca en plantas forrajeras normalmente son superiores a las de P, además los niveles de Ca se mantienen estables en las plantas completas, lo que no sucede con el P ya que su concentración desciende con la madurez. (17,29,31)

POSFORO (P)

Se sabe que un 80 % del P corporal se encuentra en el esqueleto y dientes. Tanto el porcentaje como la proporción de este elemento en el cuerpo y el P total en el esqueleto aumentan a lo largo de la vida a medida que la osificación progresa hacia la madurez. El P es el mayor componente protéico de todos los elementos minerales, en el suero sanguíneo se encuentra tanto orgánico como inorgánico de 6 a 9 mg/dl, 10 % del fósforo inorgánico (Pi) se encuentra ligado a proteínas séricas y de 50 a 60 % está ionizado. Es esencial en el crecimiento y diferenciación celular, pues interviene en

la estructura de todas las membranas celulares como fosfolípidos. Juega un papel vital en funciones metabólicas incluyendo la utilización y transferencia de energía, es constituyente de varios sistemas enzimáticos. En combinación con otros elementos ayuda a mantener la presión osmótica y el balance ácido-básico. Es esencial para funciones fisiológicas como conducción de corrientes nerviosas, mantenimiento de la contracción y relajación muscular, activador o estabilizador de algunas enzimas entre otras. (10,31)

MAGNESIO (Mg)

Animales adultos contienen cerca de 0.05 % de su peso corporal; podemos localizar aproximadamente un 70 % del Mg corporal en el esqueleto, le siguen en concentración el hígado y músculo esquelético. Las concentraciones de Mg son relativamente bajas en los fluidos extracelulares incluyendo líquido cerebrospinal y sangre. Las especies de leguminosas forrajeras suelen ser sustancialmente más ricas en Mg que las de gramíneas, al igual que en Ca. (6,29,31) En plantas, la clorofila es la que presenta el mayor contenido de Mg, también se encuentra como activador de enzimas relacionadas con el metabolismo energético. (9)

Los microminerales o minerales traza, son requeridos en muy pequeñas cantidades para intervenir como constituyentes o activadores de enzimas. (3)

COBRE (Cu)

El Cu resulta esencial para el crecimiento de los seres vivos interviene en la formación de hemoglobina, también para la prevención de una amplia gama de alteraciones clínicas y patológicas en todo tipo de animales, se identificaron en células y tejidos, diversas metaloenzimas que contienen Cu. Las concentraciones más elevadas se encuentran en: Hígado, cerebro y riñón. Interviene en la formación de la elastina y colágena, producción de melanina, ayuda a mantener la integridad del Sistema Nervioso Central (SNC); resulta esencial para la absorción, movilización y utilización del Fe en la síntesis de la hemoglobina; estas funciones son realizadas por la ceruloplasmina. La ferroxidasa del plasma es una enzima necesaria para la formación de transferrina Fe (III), como el vehículo para el transporte de Cu. La fertilidad del ganado vacuno que consume pastos deficientes de Cu, desciende notablemente, esto se asocia con retraso o anulación del celo y en algunos casos, con aborto en el primer tercio de gestación, sobretodo en ovejas. (3,6,17,29,31)

HIERRO (Fe)

60 a 70 % del Fe corporal se encuentra en la hemoglobina y en la mioglobina del músculo; en el plasma sanguíneo se encuentra el Fe en estado férrico ligado a una proteína específica, la transferrina, que es la portadora de la fracción heme en la sangre. El 20 % se almacena en formas lábiles en el hígado, bazo y otros

tejidos donde se encuentra disponible para la formación de la hemoglobina; el 10 % restante se fija firmemente en los tejidos como un componente de la miosina muscular y actinmiosina muscular como constituyente de enzimas y asociado con las metaloenzimas. Se ha descubierto el contenido de Fe en flavoproteínas por lo que se relaciona a este elemento con procesos bioquímicos básicos en los tejidos. (31)

ZINC (Zn)

Este elemento se distribuye ampliamente en los tejidos corporales, se encuentra principalmente en hígado, hueso, riñón, músculo y páncreas. La concentración de Zn en la sangre se divide entre las células y el plasma en una relación de 9:1. Probablemente comparte con otros iones metálicos funciones de enlace de reactantes al sitio activo de la enzima. Es necesario para la síntesis normal de proteínas y para el metabolismo de los glúcidos (3,29,31)

La determinación específica de los minerales en un alimento es muy importante ya que las funciones de un elemento en el organismo casi siempre están relacionados con otro, una cantidad adicional de uno u otro podrá incrementar los requerimientos de un tercer elemento. (3,17)

Existen otros factores que determinan el aprovechamiento de los minerales además de la interrelación entre ellos, se han demostrado múltiples relaciones genético-

nutricionales, también intervienen directamente o indirectamente en el aprovechamiento de cualquier mineral compuestos como los nitritos y nitratos que puedan incrementar requerimientos de I; o el ácido fítico, forma en la que se encuentra el P en la planta, y que además de ser poco disponible puede ligar al Ca, Zn, Fe y Mn entre otros. (10,17)

El ácido fítico, es un ácido fosfórico hexainositol, sintetizado del alcohol cíclico mioinositol por esterificación de los grupos hidroxilo con grupos fosforilos. (15) figura 1 y 2

Puede formar complejos minerales con el Zn, P y Ca. Representa del 50 al 70% del P total en la planta y se encuentra en forma orgánica como sales ácidas de inositol hexafosfórico llamadas fitato (son sales de ácido fítico), y puede ser soluble cuando se une a Na o K, o insoluble si forma complejos con Ca o Ca-Mg, en esta forma no es absorbido en el intestino resultando en una deficiencia secundaria de Zn y paraqueratosis en cerdos, (11). Un alto nivel de Ca en la dieta reduce la utilización de fitato, esto puede ser causa de una reducción en la absorción gastrointestinal de elementos esenciales como Zn, Ca, Cu, Fe, también baja la absorción de proteínas, inhibe la alfa amilasa, tripsina y lipasa, afectando la biodisponibilidad de los nutrientes en la dieta. El ácido fítico, los ésteres de hexafosfatos de mioinositol y/o las sales de Ca y Mg

conocidas como fitina, sirven como almacén de fosfato en la semilla. (9,10)

Para que el fósforo del fitato pueda ser disponible, absorbible y utilizado, el anillo inositol debe ser hidrolizado por enzimas fitasas. (18)

Por otro lado en muy pequeñas cantidades puede resultar benéfico como agente preventivo de enfermedades del corazón, cálculos renales y cáncer del colon. (23)

El fósforo-fítico forma mas del 50 % del total de P en semillas de leguminosas, 60 a 70 % en granos de cereales y 86 % en trigo y salvado molido. En el grano de trigo, el P del ácido fítico varía desde un 50 a 80% del P total en el grano, por lo que se han hecho estudios de la concentración e interrelación de fitatos (complejos de ácido fítico), P, Mg, Ca y Zn en granos de trigo. (19,20)

La mayor cantidad de fitato es localizado en la capa de aleurona en los cereales, en el germinado de maíz o en los cotiledones de las leguminosas. (7,15)

Estos antecedentes ponen de manifiesto la necesidad del presente estudio con la hipótesis y los objetivos que se plantean a continuación.

HIPOTESIS

Existe una correlación del contenido de ácido fítico en germinados de sorgo, cebada y trigo con el contenido de Mg, Ca, Zn, Cu, Fe y P.

OBJETIVOS

Determinar el contenido de ácido fítico, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe y P en muestras de grano, sustrato (paja de maíz) y germinados de sorgo, cebada y trigo.

Medir el contenido de Ca, Mg, Zn, Cu y Fe en el precipitado durante la extracción del ácido fítico en las muestras mencionadas.

MATERIAL Y METODOS:

Para la realización de esta investigación se elaboraron germinados de trigo, cebada y sorgo; para desarrollarlas se utilizó el siguiente método: en charolas de plástico de 20 cm de diámetro y 5 cm de profundidad, se colocó una capa de 1 cm de alto de rastrojo molido de maíz que sirve al grano como material de soporte, enseguida se puso una capa de la semilla previamente remojada durante 24 horas en una solución al 0.4 % de óxido de calcio CaO industrial, se utilizaron 200 g de semilla por charola; una vez puesta la semilla se procede a cubrir el grano con otra capa delgada de 0.5 cm de rastrojo. Durante los siguientes días se dio el riego a cada charola con 200 ml de agua en la mañana y 100 ml 12 hs después. En el día se dejaron expuestas a un fotoperiodo de iluminación natural de aproximadamente 10 horas luz. (1) Una vez que

alcanzaron un tamaño de 15 cm. o la edad de 15 días, se procedió a su cosecha. Posteriormente el contenido de la charola, que es como se proporciona el germinado a los animales, se secó en horno a una temperatura de 80 C durante 36 hs. Una vez secas se molieron cada una y se colocaron en frascos de vidrio con tapa de rosca, y posteriormente se procedió al análisis de minerales utilizando el método de digestión en matraces microkjeldahl. Para esto se procedió de la siguiente manera: se pesó de 1 a 2 g de cada muestra en matraces microkjeldahl, se le agregaron 10 ml de ácido nítrico concentrado (HNO_3), se dejó reposar durante 12 horas y se procedió a su calentamiento; cuando la muestra se observó casi transparente se le aplicaron 3 ml de ácido perclórico (HClO_4) y siguió el calentamiento hasta estar completamente translúcido, se aforó a 50 ml con agua desmineralizada. Los elementos Ca, Mg, Zn, Cu y Fe fueron cuantificados mediante la técnica de espectrofotometría de absorción atómica bajo las condiciones de operación del fabricante.(22)

La medición de P se hizo por el método colorimétrico aprobado por Association of Official Analytical Chemistry (AOAC).(2)

El ácido fítico se midió por el método de hierro descrito por Donald Oberleas (21) modificado, (el Fe no se cuantificó por el método colorimétrico, la determinación se hizo por absorción atómica). Se tomaron

3 g de muestra finamente molida y dejaron remojar en 30 ml de ácido tricloracético al 5 % (CCl_3COOH), durante 2 horas, posteriormente se filtró y se utilizó una alícuota de 10 ml. Esta se puso en tubos para centrifugar a 1,200 rpm durante 30 minutos. De este centrifugado se obtiene un botón, al cual se le agregan 10 ml de solución de FeCl_3 , (a esta solución se le ha determinado el Fe total) se pone durante 15 minutos a baño maría para hacerlo reaccionar con el botón de ácido fítico, posteriormente se vuelve a centrifugar y entonces se mide la cantidad de Fe remanente, la diferencia entre la cantidad de Fe que se agrega al botón y la cantidad de Fe que queda en el sobrenadante será la cantidad de Fe que está secuestrando el ácido fítico éste se relaciona con el factor gravimétrico que se señala, esto es: $6 \text{ P}/4 \text{ Fe}$.

Con esto se obtiene el total de ácido fítico.

Los resultados obtenidos en este experimento se expresan en cuadros para su evaluación y análisis y se grafican comparando el contenido en granos y en germinados.

RESULTADOS

La germinación de los diferentes granos bajo estas condiciones fue favorable para el trigo y la cebada, sin embargo la germinación del sorgo fue mínima por lo que no pudo obtenerse una muestra suficiente para las determinaciones del ácido fítico y elementos minerales.

La concentración de minerales en grano fueron las siguientes: en el sorgo se obtuvieron 3.9 ppm de Cu, Fe 58.3 ppm, Zn 21.0 ppm, Mg 160.6 ppm, Ca 40.1 ppm, y de P 762.3 ppm; en el grano de trigo se encontraron Cu 6.7 ppm, Fe 66.2 ppm, Zn 36.6 ppm Mg 171.0 ppm, Ca 164.1 ppm y P 703.5 ppm. Por último en el grano de cebada se detectaron: Cu 5.1 ppm, Fe 62.7 ppm, Zn 34.5 ppm, Mg 196.1 ppm, Ca 147.2 ppm y P 597.2 ppm. Los resultados del análisis del rastrojo usado como soporte de los germinados fueron Cu 0.1 ppm, Fe 2.6 ppm, Zn 0.4 ppm, Mg 7538.1 ppm, Ca 6163.5 ppm y P 5986.1 ppm. En los germinados las concentraciones minerales fueron: germinado de cebada Cu 15.5 ppm, Fe 216.6 ppm, Zn 48.6 ppm, Mg 6685.9 ppm, Ca 2406.9 ppm, y P 6685.9 ppm. Germinado de trigo: Cu se encontraron 11.9 ppm, Fe 174.4 ppm, Zn 44.8 ppm, Mg 7226.9 ppm, Ca 1594.9 ppm y P 6628.8 ppm. Cuadro 1.

Las concentraciones de ácido fítico fueron: para el grano de cebada 113.1 ppm, en el grano de trigo 123.7 ppm, en el grano de sorgo 87.8 ppm, en el rastrojo 99.3

ppm, en le germinado de trigo 123.1 ppm, y en germinado de cebada 93.7 ppm. Figura 6

Se hizo también la determinación de minerales en los botones de la extracción de ácido fítico donde se encontraron: en grano de trigo 114.0 ppm de Ca, 36.5 ppm de Mg, 3.0 ppm de Zn, el Fe y el Cu no se detectaron; en grano de sorgo 86.0 ppm de Ca, 30.8 ppm de Mg, 3.2 ppm de Zn, Cu y Fe no se detectaron; grano de cebada Ca se encontraron 190.1 ppm, Mg 60.1 ppm, Zn 4.8 ppm, Fe 60.1 ppm y el Cu no se detectó; en el rastrojo 543.1 ppm de Ca, 5.5 ppm de Zn, 5.5 ppm de Cu, el Mg y el Fe no se detectaron. En los análisis de los germinados, se obtuvieron los siguientes resultados: Germinado de trigo, no se detectaron Cu, Fe, ni Mg, de Zn se obtuvieron 2.3 ppm y de Ca 449.2 ppm; en germinado de cebada Cu y Fe no se detectaron, para el Zn se obtuvo una concentración de 5.4 ppm, Mg 69.2 ppm y Ca 588.7 ppm; con respecto al germinado de sorgo, se explicó anteriormente de la imposibilidad para hacer los análisis. Cuadro 2

En la figura 3, 4 y 5 se observan las concentraciones de elementos minerales en semillas de granos de cebada, trigo, sorgo, germinado de cebada, germinado de trigo y rastrojo, notando que el Mg tiene los niveles más altos y Cu el de menor concentración. Es importante tomar en cuenta la alta concentración de Ca en el rastrojo.

Así también en las determinaciones de ácido fítico mostradas en la figura 6, la mayor concentración se encontró en el trigo tanto en grano como en germinado. Con base en las determinaciones de ácido fítico y tomando en cuenta el factor gravimétrico que menciona Oberleas (6 P/4 Fe), se determinaron los elementos en el botón de ácido fítico que se muestran en la gráfica 7, donde se encontró al Ca como el elemento de más alta concentración en las 6 muestras, aunque el Mg y también es importante en el germinado de cebada y en los granos.

DISCUSION

De acuerdo con las determinaciones de minerales encontradas en las muestras (granos y germinados, cebada, trigo y sorgo), es importante señalar que las concentraciones de minerales (Cu, Fe, Zn, Mg, Ca) fueron menores en el grano que en los germinados. El aumento de nutrientes durante la germinación es un punto del que hablan los autores como Ruiz-Oronoz, quien menciona que el agua permite la disolución de las sustancias de reserva y el transporte. Fuentes Yague menciona que el agua debe penetrar dentro de las semillas con el fin de disolver las sustancias nutritivas con que se alimentará la nueva planta; durante la germinación, la nutrición del embrión se efectúa exclusivamente a expensas de las materias de reserva acumuladas en el endospermo o en los cotiledones. (12,24) Por otro lado, bajo las condiciones en que se realizó este experimento, el aumento en la concentración de los elementos en los germinados pudo haber sido provocado por el aporte del hidróxido de calcio en el que se puso a remojar el grano pues a su análisis elemental se observó que contenía importantes cantidades de Ca y P, elementos minerales que pudieron haberse adicionado a los germinados.

Con relación a lo encontrado en el ácido fítico puede observarse que la variación entre granos, germinados, así como en el rastrojo no es muy grande, esto es similar con lo descrito por Nahapetian y Bassiri '75

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

quienes demuestran que la cantidad de fitato en grano y hasta los 14 días de germinación, se mantiene constante (19,20). Balam Nelson (1984) menciona que hay una relación indirecta entre los niveles de Ca en la dieta y la biodisponibilidad del P fítico, ellos encontraron que un contenido alto en Ca y P (no fítico) de la dieta, reducen la hidrólisis al fitato, reduciendo también la disponibilidad del P fítico (4). Nahapetian y Bassiri '75 (19) notifican que las concentraciones de P total, Mg y Zn se presentaron en bajas cantidades y el Ca se va incrementando durante la maduración; por otro lado Clark y colaboradores, hablan de la importancia de la cantidad de Ca en la dieta para efectuar la hidrólisis del P fítico y que pueda ser utilizado.(5)

Fourdin et al (11) mencionan desequilibrios minerales y desórdenes de huesos los cuales están relacionados con una alta cantidad de fitatos, el experimento se hizo en cerdos y se encontró que cuando aumenta la disponibilidad de P de fitato (por acción de la fitasa) bajan éstos desórdenes. Esto es observable en monogástricos, pero en rumiantes se ha observado la degradación de los fitatos por el rumen por lo que no se presenta. Al comparar estos fenómenos con los hallazgos de la presente investigación, podrían estar asociados al incremento de Ca encontrado en este experimento por el uso de óxido de calcio utilizado para la inhibición del crecimiento de hongos.

LITERATURA CITADA

1. Anónimo: GERMINADOS. Rev. Vet. Méx. 4: 33 (1991).
2. Association of Official Analytical Chemist.: Official methods of Analysis. 15th ed. Ann. of off. Anal. Chem., Washintong D.C. 1985
3. Avila, T.S.: Producción intensiva de ganado lechero. CECSA, México 1990.
4. Balam, G. C., Nelson, T.S. and Kirbi, L.K.: Effect of fiber and phytate source and of calcium and phosphorus level on phytate hidrolisis in the chick. Poult. Sci. 63: 333-338 (1984)
5. Clark, W.D., Wohlt, Jr. J.E., Gilbreath, R.L. and Zajac, P.K.: Phytate phosphorus intake and disappearance in the gastrointestinal tract of high producing dairy cows; J. Dairy Sci. 69: 3151-3155 (1986).
6. Church, C.D. y Pornd, G.W.: Fundamentos de nutrición y alimentación de los animales. 1ª ed. Edit Limusa, México, 1987.
7. Duffus, C. and Slaughter, C.: Las semilla y sus usos. Ed. AGT Editor S.A., México 1985.
8. Edwardson, W., Lewis, C. W. and Slessor, M.: Energy and enviromental implications of novel protein produciton systems. Ag. and Environ. 6: 1-21, (1981).

9. Epstein, E.: Mineral Nutrition of plants: Principles and perspectives. John Wiley and Sons Inc., California USA 1972.
10. Escamilla, G. I.: I Simposio "El fósforo en la nutrición animal". Fac. Med. Vet. y Zoot. UNAM, México 1991.
11. Fourdin, A., Fontaine, N. and Pointillart, A.: Importance of phytase activity in cereals for phytate utilization by pigs: comparison of triticale and maize. J. de la recherche porcine. Institut Technique du Porc. 83-89; Paris, France, 1986.
12. Fuentes, Y. J. L.: Botánica Agrícola. 2a ed., Mundi-Prensa, Madrid 1988.
13. Georgevskii, V.I.; Annenkov, B.N. and Samokhin, V.T.: Mineral nutrition of animals. Mangalia Bookbinders Ltd. Great Britain 1982.
14. Grigor'ev, N.G., Fitsev, A.I. and Leznitskaya, Nutritive value of hidroponic feed rusa and it's use for feeding high-yielding cows. Sov. kkhovvaistvaistvama ya-Boloziva 7: 47-50, Russian 1986.
15. Horst-Marschner: Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, 1986.
16. Hutermal, G. O.: Hidroponia: Cultivo de plantas sin tierra. Ed. Albatros, Argentina 1977.
17. Maynard, L. A.: Nutrición Animal. 7a ed.; Ed. McGraw-Hill, México 1989.

18. Morse D., Head H.H. and Wilcon J.C.: Disappearance of phosphorus in phytate from concentrates in vitro and from rations fed to lacting dairy cows. J. Dairy Sci. 75, (1986).
19. Nahapetian, A. and Bassiri, A.: Changes in concentrations and interrelationships of phytate phosphorus, magnesium, calcium and zinc in wheat during maturation. J. Agric. Food Chem. 23: 1179-1182, (1975).
20. Nahapetian, A. y Bassiri, A.: Variations in Concentrations and Interrelationships of phytate, phosphorus, magnesium, calcium, zinc and iron in wheat varieties during 2 years. J. Agric. Food Chem. 5: 24 (1976).
21. Oberleas, D.: The determination of phytate and inositol phosphates. Methods of Bioch. Analysis. 20: 87-101. (1975).
22. Perkin Elmer Co.: Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. Perkin Elmer Co. USA, 1982.
23. Piasmi, S. and Kumpulainen, J.: Determination of phytic acid in cereals using ICP-AES to determine phosphorus. J. Assoc. off. Anal. Chem. 1:74, 1991.
24. Ruiz, O. M.: Tratado elemental de botánica. 16a ed., ECLALSA, México 1985. 1982.

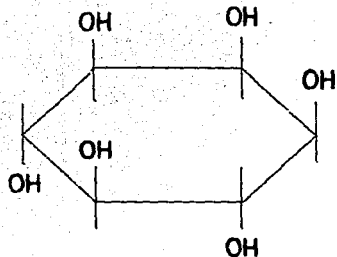
25. Sánchez del Castillo, E. R.: Hidroponía un sistema de producción, principios y métodos de cultivo. Univ. Aut. de Ch., México 1981.
26. Shimada S., A.: Fundamentos de nutrición animal comparativa. Sist. de educ. cont. en prod. animal en Mexico A.C., México 1991.
27. Simeonov, S. I., Petrova, L., Tsvetkova, S A, and Stoyanov, P. A.: Study on the effectt of Hydroponic green shoots on reproduction in cows. Veterinarsko meditsinski-Nuki, 19: 25-31, (1982).
28. Stoyanov, P. and Simeonov, S.: "Study on the growth of calves born to cows fed on hydroponic grass" Veterinarna-Shirka, 82: 43-45 (1984).
29. Subcommittee on Sheep Nutrition: Nutrient requirements of Sheep. Sixth revition, National Academy Press; Washington D.C. 1985.
30. Tiscornia, J. R.: Multiplicación de las plantas. Albatros, Buenos Aires, Argentina 1976.
31. Underwood, E.J.: Trace elements in human and animal nutrition. 4a. ed., Academy press, Inc., 1977.

CUADRO 2. NIVELES DE COBRE, HIERRO, ZINC, MAGNESIO Y CALCIO EN EL BOTON DE ACIDO FITICO EN SEMILLAS Y GERMINADOS DE CEBADA, TRIGO Y SORGO.

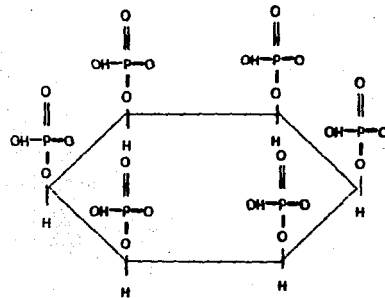
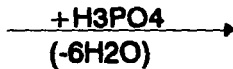
	COBRE ppm	HIERRO ppm	ZINC ppm	MAGNESIO ppm	CALCIO ppm
GRANO DE CEBADA	ND	60.1	4.8	60.1	190.1
GRANO DE TRIGO	ND	ND	3.0	36.5	114.0
GRANO DE SORGO	ND	ND	3.2	30.8	86.0
RASTROJO	5.5	ND	5.5	ND	543.1
GERMINADO DE TRIGO	ND	ND	2.3	ND	449.2
GERMINADO DE CEBADA	ND	ND	5.4	69.2	588.7
GERMINADO DE SORGO	*	*	*	*	*

* no germinó por lo que no se reportan resultados

ND = No Detectado



MIOINOSITOL



ACIDO FITICO

FIGURA 1. CONVERSION DE MIOINOSITOL A ACIDO FITICO

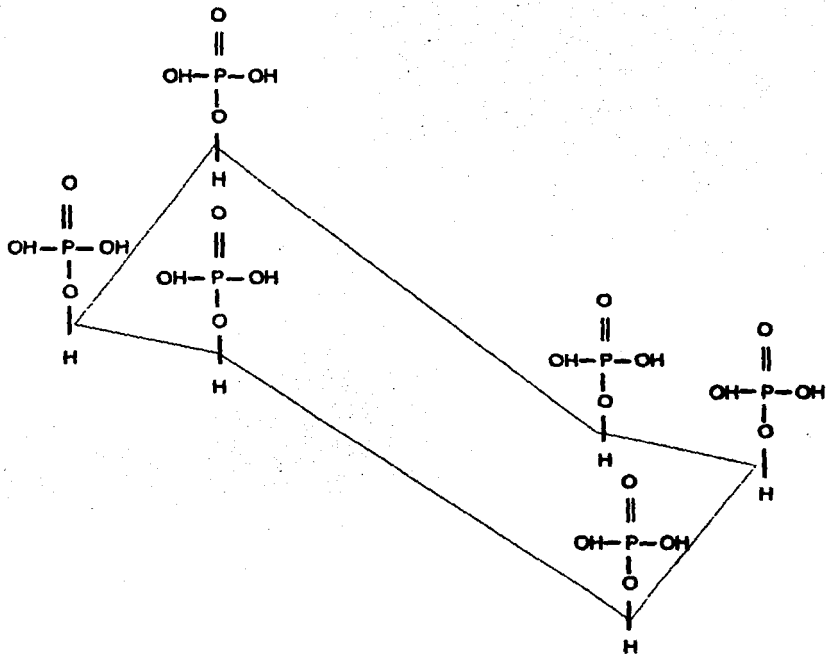


FIGURA 2. MOLECULA DE ACIDO FITICO

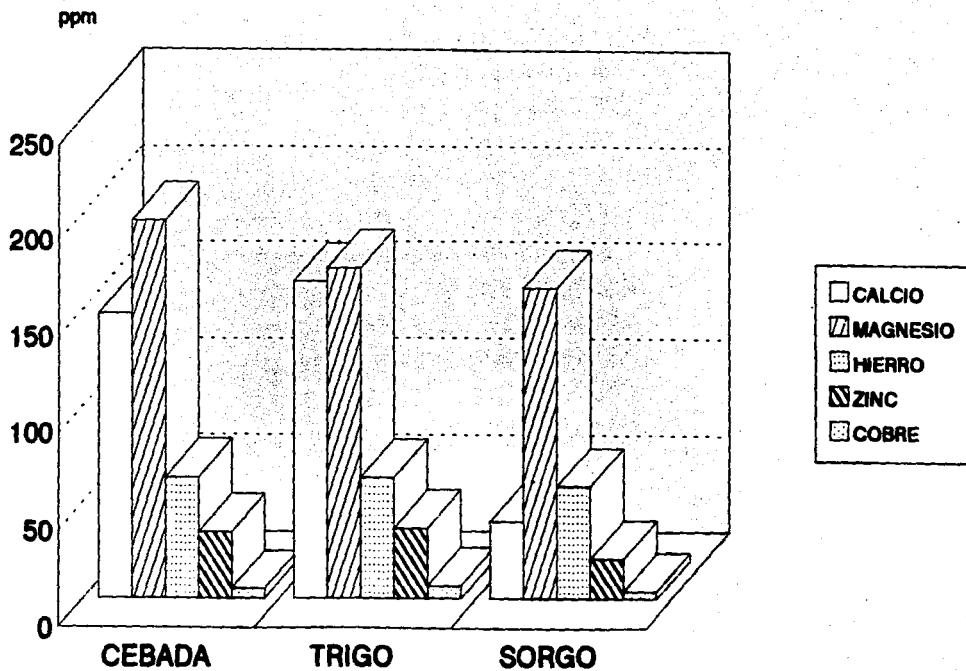


FIGURA 3. CONCENTRACION DE ELEMENTOS MINERALES EN GRANOS DE CEBADA, TRIGO Y SORGO.

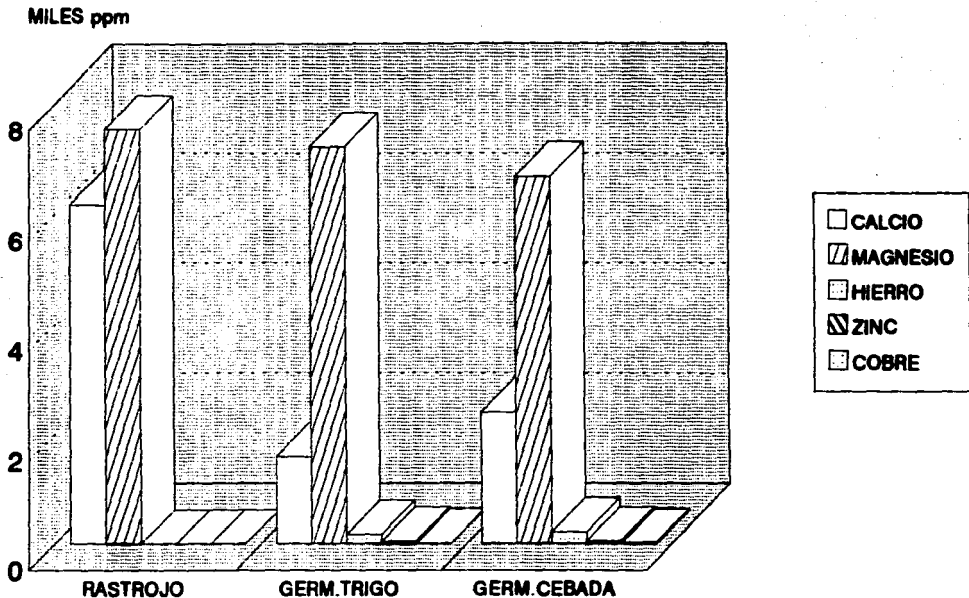


FIGURA 4. NIVELES DE MINERALES EN GERMINADOS DE TRIGO, CEBADA Y RASTROJO EMPLEADO PARA SU PRODUCCION

ppm (MILES)

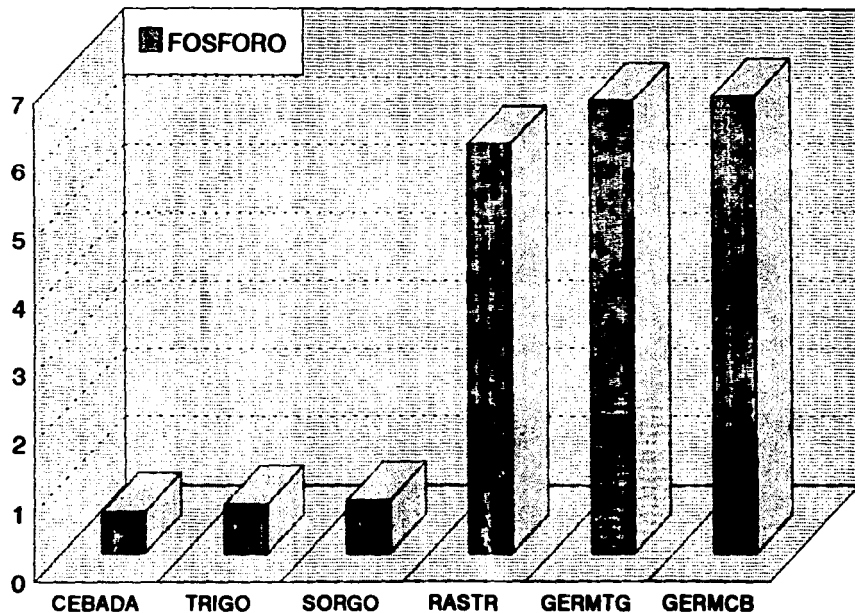


FIGURA 5. CONCENTRACION DE FOSFORO EN GRANO DE CEBADA, TRIGO SORGO, RASTROJO Y GERMINADOS DE TRIGO Y CEBADA.

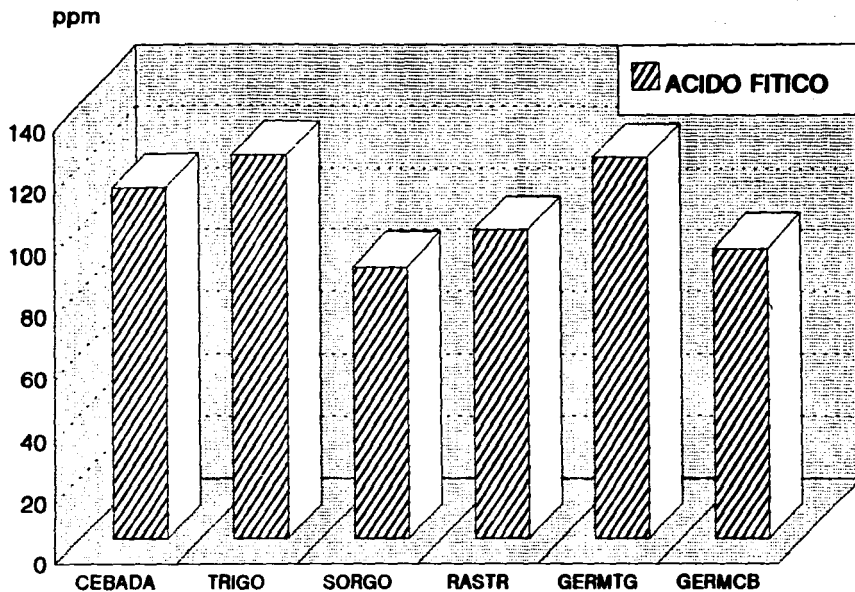


FIGURA 6. CONCENTRACION DE ACIDO FITICO EN GRANO DE CEBADA, TRIGO SORGO, RASTROJO Y GERMINADOS DE TRIGO Y CEBADA.

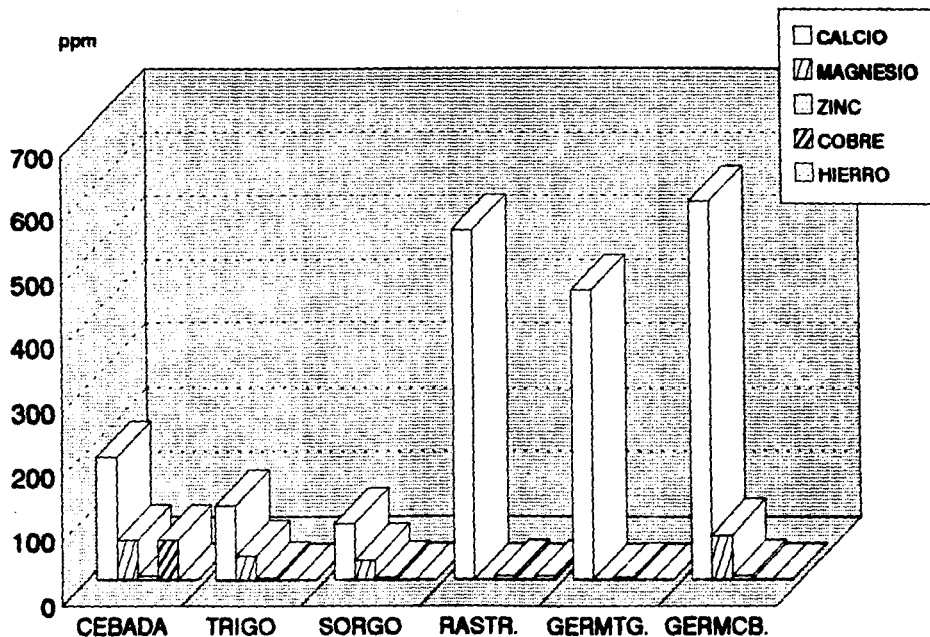


FIGURA 7. CONCENTRACION DE MINERALES EN GRANO DE CEBADA, TRIGO, SORGO Y RASTROJO Y GERMINADOS DE TRIGO Y CEBADA, EN EL BOTON DE ACIDO FITICO.

CUADRO 1. NIVELES DE ACIDO FITICO, COBRE, HIERRO, ZINC, MAGNESIO, CALCIO Y FOSFORO EN SEMILLAS Y GERMINADOS DE CEBADA, TRIGO Y SORGO.

	COBRE ppm	HIERRO ppm	ZINC ppm	MAGNESIO ppm	CALCIO ppm	FOSFORO ppm	AC. FITICO ppm
GRANO DE CEBADA	5,1	62,7	34,5	196,1	147,2	597,2	113,1
GRANO DE TRIGO	6,7	66,2	36,6	171	164,1	703,5	123,7
GRANO DE SORGO	3,9	58,3	21	160,6	40,1	762,3	87,8
RASTROJO	0,1	2,6	0,4	7538,1	6163,5	5986,1	99,3
GERMINADO DE TRIGO	11,9	174,4	44,8	7226,9	1594,9	6628,8	123,1
GERMINADO DE CEBADA	15,5	216,6	48,6	6685,9	2406,9	6685,9	93,7
GERMINADO DE SORGO	*	*	*	*	*	*	*

* no germinó por lo que no se informan resultados
Narváz, Rosiles, Estava y Bautista