

## Investigación de proyectos

Alimento balanceado a base de zacate molido

*Balanced feed based on ground grass*

Abel Jiménez Jiménez

CECyTEM Sultepec

abel.jimenez.8f8@soycecytem.mx

Jose Pablo Arellano Antonio; Juan Antonio Barón Gaspar; Francelia Carrillo Arellano; Yordi Manuel González Arriaga; Rebeca Jiménez Betancourt

**DOI:** <https://doi.org/10.38128/cienciayfilosofa.v7i7.46>

### Resumen

A partir de una metodología de proyectos de emprendimiento en el Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de México en el Plantel Sultepec se contribuye al desarrollo ecotecnológico mediante la elaboración de pallets de alimento balanceado a base de zacate molido para bovinos de la región especialmente para corrales de engorda que permitan disminuir los costes de crecimiento y mejora en los productos cárnicos que se ofertan en el mercado local.

**Palabras clave:** alimento balanceado, ganado bovino, digestibilidad de forrajes, pallets de alimento

### Abstrac

From a methodology of entrepreneurship projects in the College of Scientific and Technological Studies of the State of Mexico in the Sultepec Plantel, eco-technological development is contributed through the elaboration of pallets of balanced food based on ground grass for cattle in the region, especially for feedlots that allow to reduce the costs of growth and improvement in the meat products that are offered in the local market.

**Keywords:** balanced feed, cattle, forage digestibility, food pallets

Enviado: 27.02:2022

Aprobado: 20.04:2022

Publicado: 02.06:2022

## Introducción.

El presente proyecto tiene como finalidad la elaboración de un alimento balanceado para bovinos a base del zacate molido, el cual en los últimos años ha tomado gran relevancia en la región sur del Estado de México, como una de las principales formas de alimentación en los tiempos de sequía y de lluvia de la región, además si los resultados que arroje este proyecto son favorables dicho producto podríamos también ofrecerlo para los ovinos.

La alimentación del ganado bovino constituye un rubro importante y vital para los habitantes de nuestro Municipio de Sultepec y alrededores, ya que lo que se busca es obtener los mejores resultados para la venta de estos animales, en el mercado local por lo que independientemente de este propósito, el criador también busca que el costo final de la producción sea el más bajo y que no salga afectado por el aumento de precios de los granos básicos, que son la base de muchos concentrados para alimentar a estos animales. Por ello aumenta el interés entre los productores por hacer el mejor uso de los recursos disponibles en sus establos, así como la optimización de lo poco o mucho que tienen en sus parcelas. Buscan opciones y surgen las preguntas, ¿Cómo alimentar al ganado de forma económica sin afectar la producción bruscamente y a los animales mismos? ¿Qué es más económico, alimentar al ganado con maíz, pasto, hierba o zacate? Uno de los inconvenientes con el zacate molido es la calidad del mismo, ya que si queda bastante molido los bovinos pueden sentir molestias al ser alimentados y si queda muy grueso desperdicia mucho producto, por lo que en ambos casos no son favorables, por lo que este proyecto tratará de encontrar una mezcla adecuada entre el zacate que se genera en la región y algunos granos, para que de este modo encontrar el balance entre la fibra y energía que se necesita para criar un ganado sano.

## Justificación

Con el desarrollo este alimento balanceado a base de zacate molido, se pretende contribuir a darle una solución a la problemática del desperdicio de zacate, que se detectó a la hora de alimentar a dichos animales, ya que esta problemática representa doble pérdida para los pequeños productores de ganado de nuestro Municipio de Sultepec, la primera al desperdiciar el zacate que se traduce en pérdida de dinero, porque la mayoría compra dicho zacate molido en los diferentes puntos de venta o con los pequeños productores de maíz y la segunda el bajo peso del animal al no ser alimentado

adecuadamente lo que provoca que al momento de vender en el mercado local o con los carniceros de la región se reciba menos dinero por el animal.

Este proyecto pretende además mejorar la calidad de vida de algunos campesinos, ya que como la materia prima de nuestro alimento balanceado será zacate molido, muchos de ellos solo producen pequeñas cantidades por lo que no les es muy rentable contratar molinos de zacates, es aquí donde nosotros compraremos la materia prima para realizar nuestro alimento balanceado y así ayudar a la economía de nuestra región.

### Acciones de responsabilidad social.

La alimentación es uno de los factores de mayor importancia para lograr expresar el potencial del ganado (bovino) en las diferentes etapas de su crecimiento o de producción lo que nos llevará a tener carne de buena calidad para alimentar y vender a la comunidad antes mencionada.

El contar con una fórmula que nos dé un adecuado balance entre la cantidad de nutrientes nos dará como resultado niveles altos de producción sin desmejorar la calidad de los bovinos de los diferentes productores del municipio y sus alrededores.

Los alimentos balanceados se convierten en un punto crítico en la región sur para poder mantener los niveles productivos y una adecuada genética reproductiva evitando trastornos metabólicos, retrasos en el crecimiento o desmejoras en la parte reproductiva.

El costo de la alimentación representa más del 50 %, por lo tanto, al aplicar un adecuado balance de nutrientes estaremos logrando una mayor rentabilidad, por manejar insumos de bajo costo que aporten los nutrientes de buena calidad que buscamos para un mejor metabolismo en leche o carne.

### Objetivos

Objetivo general: Producir un alimento balanceado a base de zacate molido que cumpla con los requerimientos necesarios para una alimentación saludable de los bovinos de la región sur y especialmente del Municipio de Sultepec, lo que beneficiará tanto a productores como a los consumidores al tener una carne de mejor calidad y lo más importante los precios se mantengan dentro de los parámetros establecidos por el Estado de México.

## Objetivos específicos

1. Elaborar un alimento balanceado tomando como base de fibra el zacate molido el cual constituye un 70% a 85% de dicho alimento para los bovinos.
2. Crear una paletizadora artesanal para poder formar pallets de nuestro alimento, ya que es una de las mejores formas para que los bovinos se alimenten y no se desperdicie.
3. Tener mínimamente dos presentaciones para la comercialización de nuestro alimento balanceado, esto de acuerdo con lo que nos arroje la investigación.
4. Desarrollar un etiquetado y un logo para las dos diferentes presentaciones que se pretenden tener para venta de nuestro alimento balanceado.

## Estado del arte.

Para hallar similitudes con el proyecto a desarrollar se digitó en el motor de búsqueda de Google Académico la frase Alimento balanceado a base de zacate molido, el resultado arrojado fue de 3,470 (0.03 s) artículos relacionados, de los cuales se utilizaron los más próximos a la categoría zacate, los resultados indirectos y tangenciales, de modo que se procedió a reconstruir la evolución de las investigaciones que guarda el objeto de estudio desde una perspectiva de las demandas y necesidades sugeridas por las autoridades de la región.

“En el Estado de México los sistemas de finalización de bovinos en corrales de engorda, atraviesan por una situación complicada de altos costos de los insumos y precios más o menos estáticos de la carne y las canales. Como consecuencia de lo anterior, la rentabilidad de las unidades de producción ha disminuido considerablemente”<sup>1</sup>.

En México sigue existiendo una gran variedad de granos y un alto nivel de uso en los sistemas de alimentación de ganado en confinamiento, los cuales varían del 40 al 90%”. (Mendoza Martínez G. D. y Ricalde Velasco R 2016) El empleo de elevados niveles de grano en la ración puede alterar el metabolismo del animal, al exponerlo a la presencia de acidosis, por lo que es importante

---

<sup>1</sup> <https://icamex.edomex.gob.mx/bovinos>

considerar los principios fisiológicos de animales alimentados con alta concentración de almidón y las herramientas de manejo nutricional para evitar trastornos metabólicos.

Al respecto, la conversión de alimento a peso en los corrales de engorda, es en promedio de 6.5 kilogramos de alimento (90% MS) por kilogramo de peso vivo y el tiempo de engorda es de 90 a 120 días de duración. Es necesario optimizar la formulación de dietas con el uso de ingredientes energéticos y proteicos, de acuerdo con su composición química, valor nutritivo, disponibilidad y precios; a fin de hacer más eficientes a los animales en el aprovechamiento de las dietas consumidas de acuerdo con su costo para que ganen mayor peso con un consumo de alimento menor” (Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal. 2021)

Es relevante considerar que los rumiantes son animales que evolucionaron con dietas basadas en forrajes y que su metabolismo está diseñado para controlar su consumo voluntario y los productos de la fermentación bajo esas condiciones. Además, el hombre, al utilizar granos en su alimentación, alimenta a un animal no adaptado para eso, lo que pone en peligro su homeostasis. Por eso conviene conocer a fondo cuáles son los cambios que ocurren al usar grandes cantidades de almidón en la ración y cuáles las opciones para que el animal no sufra trastornos metabólicos y se obtenga la mayor producción. También es necesario saber cuáles son las bases de la biotecnología ruminal dentro de los procesos de engordar en corrales.

La evolución de los sistemas de evaluación de alimentos es una herramienta que permiten la predicción de diversas formas de respuesta animal tales como eficiencia, conversión y calidad del producto requieren de una integración cuantitativa del conocimiento del sitio y la extensión de la digestión de los alimentos, la cual impacta fuertemente en la cantidad y tipo de nutrientes que se liberan hacia los tejidos periféricos. En este sentido, los modelos matemáticos son ecuaciones que describen ciertos fenómenos biológicos y pueden considerarse de varios tipos: empíricos, teóricos y mixtos. En la alimentación de los rumiantes es esencial la comprensión de ciertos modelos básicos dinámicos de digestión ruminal, los cuales se empezaron a desarrollar en forrajes, y son aplicables a varios nutrientes (Mendoza Martínez G. D. y Ricalde Velasco R. (2016)

Es importante tener presente que la digestión es un proceso enzimático y mecánico que puede expresarse en términos de cinética de primer orden. La digestión ruminal de nutrientes puede

describirse matemáticamente por varios componentes para lo cual es fundamental entender cómo cambian estos parámetros en función de modificaciones tanto del manejo alimenticio como del procesamiento de granos, niveles de forraje, grasas, aditivos etc. Por lo que existen varios modelos para este proyecto nos centraremos en el modelo de digestión simple (Bedolla Arroyo, C. 2020): en este modelo se definen  $k_d$  y  $k_p$  como la cantidad de almidón digerido y que pasa del rumen por unidad de tiempo. Existe un consumo de la fracción digestible (D) la cual desaparece por una competencia entre digestión y pasaje. La digestibilidad (Dig) se puede estimar con la siguiente ecuación:

$$\text{Digestibilidad (Dig)} = \frac{k_d}{k_d + k_p}$$

De acuerdo con dicha fórmula, la tasa de pasaje tendría un efecto negativo más reducido en la digestibilidad de ingredientes de alta tasa de degradación como son los granos, y mostraría depresiones en la digestibilidad de forrajes o esquilmos con lenta tasa de fermentación en el rumen.

Un proceso novedoso que se ha probado recientemente es el macerado de pajas que consiste en pasar la paja a través de un juego de rodillos que giran entre sí a distintas velocidades lo que promueve una separación o machaca miento de la fibra. En nuestro caso usaremos el zacate como fuente de fibra al procesarlo. Esto aumenta la superficie de exposición de la fibra con cambios mínimos en la densidad de la misma lo que se refleja en aumentos tanto en tasa de digestión como de la tasa de pasaje, traduciéndose en una mejora energética de la paja la cual resulta similar a la contenida en forrajes de mejor calidad como el heno de Sudán.

El conocimiento de los fenómenos biológicos desde sus elementos básicos y el análisis crítico de los resultados de investigaciones, son las mejores herramientas con las que contamos hoy en día para la producción de animal bovinos en corrales de engorda. La formulación de raciones y la predicción de comportamiento de bovinos son elementos primordiales a los cuales el productor debe de estar atento en todo momento. Los cambios económicos que se han dado con el uso de granos para elaboración de biodiésel, así como los incrementos en los precios de los mismos, hacen

que se analicen nuevas estrategias para optimizar el uso de los nutrientes de los cereales en las raciones de corrales de engorda.

## Metodología

Este trabajo fue realizado bajo una metodología descriptiva que permitió obtener información por medio de diferentes técnicas tales como la observación, la revisión de literatura y el conocimiento de los asesores del proyecto.

Reconocimiento de la materia prima para la elaboración de nuestro alimento balanceado, así como la verificación de las instalaciones necesarias para la correcta distribución de las áreas y productos que se elaboran.

1. Estudio de la operación de cada uno de los equipos con una búsqueda de información de estos (prototipos), así como fichas técnicas para conocer su funcionamiento y eficiencia en el proceso
2. Recolección de datos: realización de un diagnóstico de los procesos y equipos mediante la información otorgados por fabricantes, de esta manera como recolección de datos de la calidad de animales en la región y su alimentación.
3. Variables de los procesos: identificación de variables, tiempos y parámetros, que influyen en la línea de producción
4. Estandarización en la producción de alimentos concentrados

## Resultados.

La elaboración de alimentos balanceados para animales es de vital importancia, debido a que suministrar las cantidades correctas de nutrientes en las diferentes etapas de crecimiento, garantiza una buena producción, eficiencia y eficacia en los corrales de engorda. Por lo que nos dimos a la tarea de encontrar algunos elementos que conformarán la materia prima (ver tabla 1) en la producción de alimentos balanceados y el aporte que nos brindarán a la hora de alimentar a los animales.

Tabla 1.		
MATERIA PRIMA	ORIGEN	APORTE
Aceite de palma	Vegetal	Energía
Azufre	Mineral	Azufre
Carbonato de calcio	Mineral	Calcio
Cloruro de potasio	Mineral	Potasio
Estilado de maíz	Vegetal	Proteína
Forraje de maíz	Vegetal	Proteína
Urea	Mineral	Proteína
Melaza	Vegetal	Palatabilidad
Sulfato de amonio	Mineral	Sodio
Levadura de pan	Hongo de azúcar	Energía
Salvado de trigo	Vegetal	Fibra



Por lo tanto, para producir nuestro alimento balanceado tomaremos en cuenta los elementos que están marcados de color amarillo en la tabla de la parte de arriba, ya que son elementos que se pueden conseguir fácilmente en nuestra región, sin un alto costo.

El zacate es una fuente de alimentación para los animales en tiempos donde el alimento es poco, por lo que se pretende que este elemento se convierta en nuestra principal materia prima para la elaboración de un alimento balanceado en forma de pallet para un mejor aprovechamiento y un control más preciso a la hora de alimentar a los rumiantes.

Una vez que se obtiene la materia prima, el proceso que se decidió seguir para obtener una mezcla adecuada, consiste en mezclar por varios minutos dichos elementos en recipiente o mezclador artesanal, con diferentes cantidades o proporciones para verificar el comportamiento de los animales a dichas mezclas y que más adelante se describirán, ya que tendremos que realizar algunas pruebas con algunos animales de nuestros compañeros para verificar que realmente contamos con la mezcla idónea. En la imagen siguiente se muestra el animal con el cual se ejecutarán las pruebas para seccionarnos que la fórmula que se está mezclando y el alimento balanceado que se produjo realmente produzca los cambios que se esperan en los bovinos.



Durante el diseño del proceso de fabricación, optamos por darle unos minutos de fermentación a la mezcla mencionada, antes de proceder a la paletización de dicha mezcla, ya que con la fermentación la cantidad de azúcares y la fibra que aporta el zacate molido esperamos que realmente los animales alimentados con este producto tengan una buena calidad en cuanto nutrientes como en calidad de carnes al finalizar el periodo de alimentación.

Continuando con las actividades del diagrama de Gantt, pasamos con la elaboración del logo para nuestro producto así como en un futuro de nuestro pequeño negocio de alimentos balanceados, para manifestada elaboración llegamos a un consenso después de varios intentos a la elección de este logo el cual toma en cuenta la materia prima que será el zacate y a los bovinos junto con uno de los granos más representativos de México y en especial de esta zona sur del Estado de México que es el maíz. Las presentaciones que se pretenden tener para la comercialización del alimento serán en bultos de 5 kg y 10 kg por el momento.

Para realizar la mezcla en las cantidades correctas y que a su vez nos brinde la mejor cantidad de proteínas en nuestro alimento balanceado partimos de los siguientes estándares de la tabla 2.

Ingrediente	Cantidad (kg) de zacate	Proporción (kg) de ingrediente
<b>Levadura</b>	100	1/2
<b>Urea</b>	100	1/2
<b>Sulfato de Amonio</b>	100	50g
<b>Melaza</b>	100	2
<b>Granos</b>	100	15

Con estos datos de referencia se procedió a ejecutar varias pruebas para corroborar los datos, para tener la seguridad de que la mezcla de estos ingredientes no produzca en los bovinos trastornos alimenticios, la preocupación en más alta es en el ingrediente urea, ya que puede causar la muerte de los animales si se utiliza en grandes cantidades, lo que nos conlleva a serios problemas si nuestro alimento no llegara a tener la cantidad correcta.

Debido a que la cantidad de 100 kg de zacate molido es grande para nosotros en este momento, se optó por efectuar pequeñas mezclas de 1 kg de zacate molido para analizar

la cantidad de proteínas y si los animales son capaces de comerlo sin ningún problema y revisar si presenta alguna complicación después de la ingesta de dicha muestra. Por lo que a continuación se muestra la tabla (3) con las proporciones de ingredientes para llevar a cabo la mezcla con un 1 kg de zacate.

Ingrediente	Cantidad (kg) de zacate	Proporción (g) de ingrediente
<b>Levadura</b>	1	5
<b>Urea</b>	1	5
<b>Sulfato de Amonio</b>	1	0.5
<b>Melaza</b>	1	200
<b>Granos</b>	1	150

En la siguiente imagen se muestra los ingredientes (urea, sulfato de amonio, levadura, maíz y como melaza el piloncillo) junto con dos molinos de mano que uno de ellos de modificar para que nos sirva para producir los pallets de alimento, el otro como triturador para los granos de maíz.



Una vez que se reunieron los ingredientes y la materia necesarios en el laboratorio del Colegio se procedió a realizar el pesaje de los ingredientes de acuerdo con la tabla (3) por lo que a continuación se muestra la evidencia de dicha actividad.



Una vez que los ingredientes fueron pesados en las proporciones correctas se procedió a mezclar de forma manual, para que el hongo de la levadura realice su trabajo se agregó agua con ayuda de una probeta, se fueron agregando 200 ml. A la vez hasta notar que la toda la mezcla esté húmeda, por lo que al final la cantidad de agua que se agregó fueron 1.2 litros.



Para finalizar el proceso se dejó fermentar un día completo las mezclas para que la levadura realizara su proceso y así tener la cantidad de proteínas necesarias. Esto con base en la tabla (4) donde se muestra los requerimientos necesarios para las diferentes etapas de crecimiento de un bovino.

Parámetros	Terneros de 3 a 6 meses	Terneros de 6 a 12 meses	Vaquillas y vaquillonas de 13 a 24 meses	Vaquillonas 2 meses antes del parto
Peso corporal (kg)	200	300	450	550 – 570
Consumo materia seca (kg)	5	7.2	11.4	10.9
Energía				
NDT (% de M.S.)	67	65	65	70
Proteína cruda (%)	16	14	12	15
FDA (%)	20	22	23	25
FDN (%)	30	32	33	35
Grasa (%)	2	2	2	3
Calcio (%)	0.41	0.41	0.37	0.48
Fósforo (%)	0.28	0.23	0.18	0.26
Magnesio (%)	0.11	0.11	0.08	0.4
Potasio (%)	0.47	0.48	0.46	0.62
Sodio (%)	0.08	0.08	0.07	0.14
Cloro (%)	0.11	0.12	0.10	0.20

Con esto como guía al realizar nuestra comprobación de proteínas a las mezclas descritas en la tabla (4).

Muestras	Proteínas antes de la fermentación (%)	Proteínas después de fermentación (%)
<b>Mezcla 1</b>	2	15
<b>Mezcla 2</b>	2	11
<b>Mezcla 3</b>	2	10
<b>Mezcla 4</b>	2	13
<b>Mezcla 5</b>	2	12

### Resultados.

Se optó por la mezcla número cuatro, la cual se agregaron 250 g. de melaza (piloncillo) en nuestro caso. Con esto se procedió a formar dicha mezcla en los pallets de alimento, es aquí donde nos enfrentamos a una problemática, ya que la herramienta (molino de mano) que modificamos para poder producir los pallets al estar húmedos y con un grosor considerable, sin embargo, los orificios que realizamos no permitieron que se forme adecuadamente el pallet por lo que se adjunta evidencia de dicho inconveniente.





Enseguida se optó por moler nuevamente el zacate con ayuda de molino de mano a un tamaño donde nos permitió conformar adecuadamente los pallets de alimento. En las siguientes imágenes mostramos esta segunda prueba en nuestro prototipo.



Por último, el molino de mano fue modificado para obtener la granulación requerida con fines comerciales.

### Discusión.

Para la rentabilidad del proyecto se contempla una producción de 300 kg semanales, envasados con presentaciones de 5 y 10 kg y accesible al público en agranel puesto que los ingresos promedios de la región no ascienden a los tres salarios mínimos, lo que

implica una estrategia comercial para pequeños productores y sobre todo fortalecer la economía casera de los habitantes de la región disminuyendo los costes de crecimiento y mejorando los productos cárnicos que se ofertan en el mercado local.

### Bibliografía.

Bedolla Arroyo, C. (2020). Modelado matemático de la digestión anaerobia de residuos agroindustriales.

Mendoza Martínez G. D. y Ricalde Velasco R (2016) Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano, México: UAM.

(Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal. 2021) <https://icamex.edomex.gob.mx/bovinos> )

Guerreroa, J. D. J. B., Ávalosa, J. F. V., Cárdenasa, J. A. B., & Cejaa, J. V. R. Utilización del heno de clitoria (*Clitoria ternatea* L.) en la alimentación de vacas Suizo pardo en lactación.

Morales, E. J., & Mendoza, H. E. (2014). Desarrollo de dos alimentos balanceados utilizando pasto amoniado como sustituto proteico para ganado bovino de producción lechera media (15 y 18 L/día).

Mojica, J. E., Castro, E., León, J. M., Cárdenas, E. A., Pabón, M. L., & Carulla, J. E. (2009). Efecto de la oferta de pasto kikuyo y ensilaje de avena sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 10(1), 81-90. Video de exposición del proyecto: [https://youtu.be/D6A0Gv-Xx\\_U](https://youtu.be/D6A0Gv-Xx_U).

Anexos 1.

Modelo canvas

Socios Clave	Actividades Clave	Propuesta de Valor	Relación con el Cliente	Segmentos de Clientes
H. Ayuntamiento de Sultepec  H. Ayuntamiento de Almoloya de Alquisiras  H. Ayuntamiento de Texcaltitlan  Empresa de alimentos balanceados	Crear una mezcla perfecta que proporcione los nutrientes necesarios para los bovinos  Cálculos de volúmenes y normas de salud para alimentos balanceados  Pruebas con varios materiales  Bajo costo producción		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo costo de producción</li> <li>• Fermentado que propicie la creación de proteínas</li> <li>• Pocos espacios para su fabricación.</li> <li>• Aumentar la ganancia de los agricultores del maíz.</li> <li>• Animales de mejor calidad en la carne</li> </ul>	
<b>Recursos Clave</b>  Compra de materia prima Equipo humano Presupuesto Prototipos			<b>Canales</b>  Facebook WhatsApp TikTok	
<b>Estructura de Costos</b>  •Materia prima (sácate molido) •Material (herrería o madera) •Salarios •Renta •Luz •Equipo y herramienta			<b>Fuente de Ingresos</b>  • Venta del alimento balanceado • Venta de zacate molido • Asesorías	