



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA  
EXTENSIÓN SANTO DOMINGO**

“Caracterización por métodos físico químicos un pienso alimenticio compuesto por la lenteja de agua (*Lemna minor*) con el bagazo de caña de azúcar y melaza como compactante y fuente de energía, producto de los desechos agroindustriales del Ingenio Azucarero del Norte para comparar con un pienso comercial”

**Autores:** Moreta Yandun Jonny Eduardo

**Directora:** PhD. Sandra Naranjo Gaybor  
Santo Domingo – Ecuador

2023





Desafío ambiental y económico, ya que millones de toneladas de residuos se producen anualmente sin aprovechar su potencial

Cultivos más destacados en Ecuador, y su producción y cosecha tienen un impacto significativo en la economía del país.



El manejo inadecuado de los residuos agroalimentarios tiene un impacto negativo en el equilibrio medioambiental y puede provocar contaminación del suelo, el agua y otros entornos naturales.



Los desechos agroindustriales representan una valiosa oportunidad para obtener productos alimenticios con alto valor nutricional



# OBJETIVOS



## General

- Caracterizar por métodos físicos químicos un pienso alimenticio compuesto por la lenteja de agua (Lemna minor) con el bagazo de caña de azúcar y melaza como compactante y fuente de energía, producto de los desechos agroindustriales del Ingenio Azucarero del Norte para comparar con pienso comercial.

## Específicos

- Determinar las características fisicoquímicas de las materias primas (bagazo y lenteja de agua) empleadas para la elaboración del pienso alimenticio.
- Estandarizar un pienso alimenticio competitivo a partir del bagazo de caña de azúcar con Lemna minor, que pueda ser utilizado como alimento para ganado.
- Comparar el pienso alimenticio con un pienso comercial, mediante diversos análisis para evaluar las características fisicoquímicas de interés del alimento.





# HIPÓTESIS



## Diseño DBCA

### Materias prima



Ho: No existe diferencia significativa en las características fisicoquímicas entre las materias primas (bagazo y lenteja de agua) empleadas para la elaboración del pienso alimenticio.

Ha: Existe diferencia significativa en las características fisicoquímicas entre las materias primas (bagazo y lenteja de agua) empleadas para la elaboración del pienso alimenticio.

### Tipos de pienso



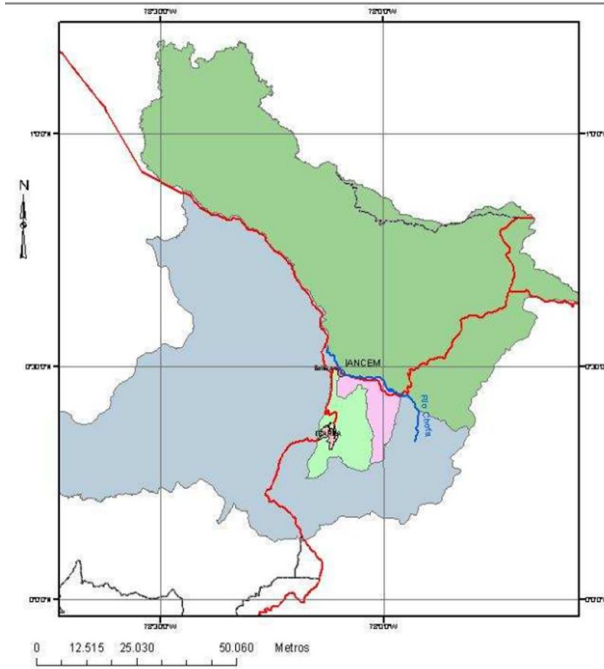
Ho: No existe diferencia significativa en las características fisicoquímicas entre los diferentes piensos

Ha: Existe diferencia significativa en las características fisicoquímicas entre los diferentes piensos





# UBICACIÓN



**LEYENDA**

**Red Vial**  
**CLASE**

- ARTERIAL
- COLECTORA

**Parroquia Estudio**  
**NOMBRE**

- AMBUQUI
- IBARRA

**Provincia Estudio**  
**NOMBRE**

- Carchi
- Imbabura

## Ubicación política

País: Ecuador  
Provincia: Imbabura  
Cantón: San Miguel de Ibarra  
Parroquia: Ambuquí  
Sector: Panamericana Norte Km. 25, vía Tulcán

## Ubicación ecológica

Zona de vida: Cálido seco  
Altitud: 1520 msnm  
Temperatura media: 24 °C  
Precipitación: 462 mm año  
Humedad relativa: 60 %  
Suelos: Franco Arenoso

## Ubicación geográfica

Latitud: N 0°21'47.86596"  
Longitud: 78°6'47.88648"





# Recolección y lavado de *Lemna minor*





# Secado de *Lemna minor*





# RECOLECCIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR







# RECOLECCIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

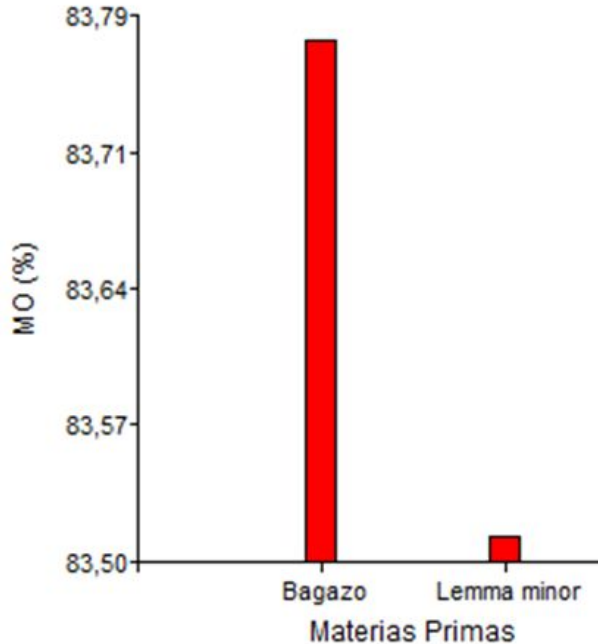


# ELABORACIÓN DEL PIENSO ALIMENTICIO



| Insumos            | T1  | CONTROL |
|--------------------|-----|---------|
| Bagazo de caña     | 70% | -       |
| Melaza             | 15% | -       |
| <i>Lemna minor</i> | 15% | -       |
| TOTAL              | 100 |         |

## Materia orgánica



La materia orgánica, es aquella que se basa en la combinación de cuatro elementos principales: carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N), estos elementos constituyen los componentes fundamentales para el metabolismo y el crecimiento de los animales (Caravaca Rodríguez, 2015).

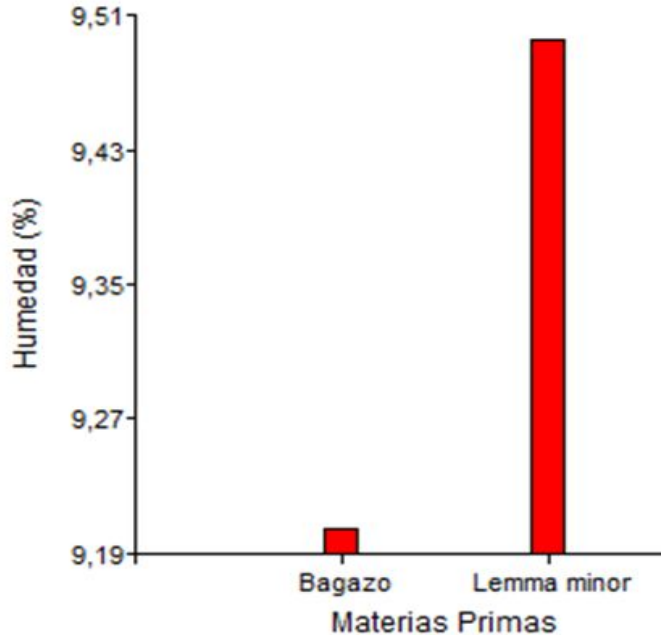
De acuerdo con (Solano, Aguilar, Domínguez, Ramírez, & Aguilar, 2020), la composición química del bagazo es para hidrógeno un 6,5%, para oxígeno un 44% y carbono un 47%, por otra parte en el caso de la *Lemna minor*, (Andrade Chavéz & Baque Parrales, 2021), el porcentaje de carbohidratos es de 42%.



# Características fisicoquímica de las materias primas



## Humedad

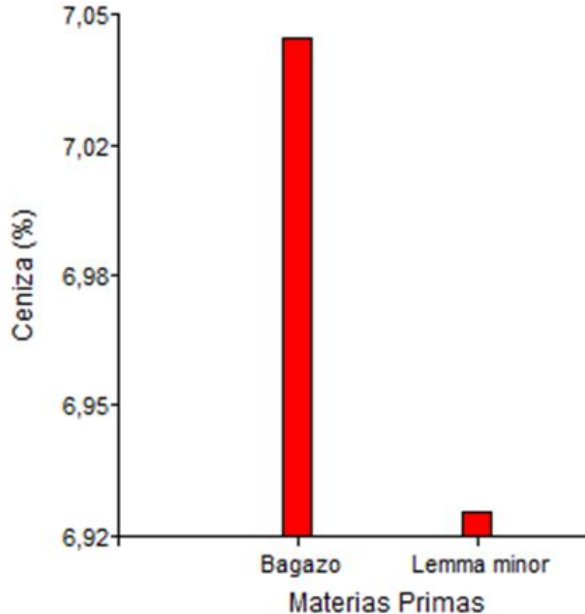


La variable de humedad desempeña un papel crucial en la calidad y la estabilidad de las materias primas utilizadas en la producción de piensos. De acuerdo con Dezi (2010), un bajo contenido de agua en los alimentos limita la proliferación de hongos y patógenos durante el almacenamiento, lo que es esencial para mantener la inocuidad de los alimentos y prolongar su vida útil. Además, la humedad también impacta en el proceso de molienda, donde un contenido de agua óptimo puede reducir el tiempo requerido y minimizar las pérdidas de peso asociadas con el almacenamiento prolongado.

Aunque la diferencia en los valores de humedad entre el bagazo y la *Lemna minor* es pequeña, sugiere que, el contenido de humedad es importante debido a que permite minimizar los riesgos asociados con el almacenamiento y la proliferación de microorganismos (López, 2005).



## Ceniza

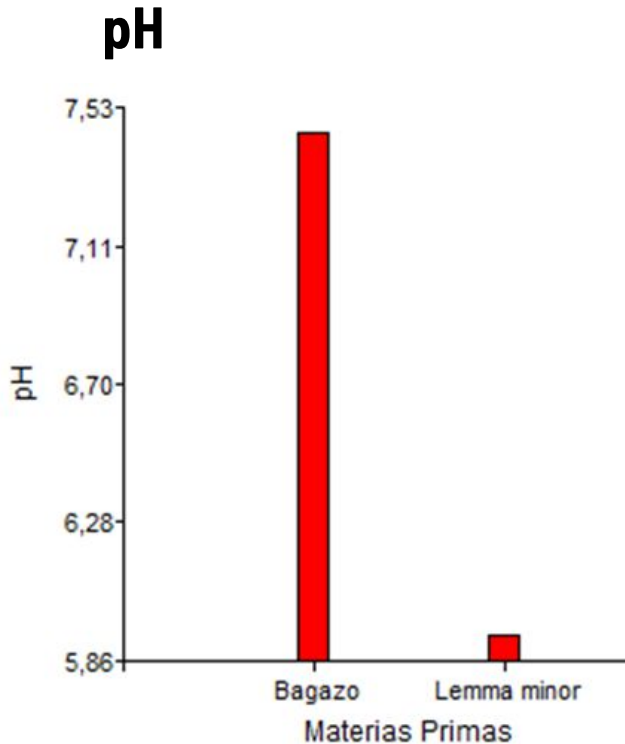


La ceniza, es importante ya que aporta los minerales esenciales requeridos para el óptimo desempeño y crecimiento de los animales. Según Durán Castro & Kebreau (2011), mencionan que es esencial considerar que, en los alimentos balanceados, el contenido total de minerales está estrechamente vinculado al aporte proveniente de las diversas materias primas utilizadas en la formulación, especialmente en el contexto de la alimentación de vacas lecheras, además, los minerales desempeñan un papel esencial en la fortificación ósea, así como en la regulación y el transporte de una amplia gama de nutrientes a través del sistema circulatorio.

Aunque este último es ligeramente menor que el contenido en el bagazo, este valor sigue siendo indicativo de la presencia de minerales esenciales.



# Características fisicoquímica de las materias primas



El pH es una variable de importancia crítica en la calidad de los alimentos, ya que es un indicador fundamental de la acidez o alcalinidad de una sustancia y puede tener un impacto significativo en la digestión y la asimilación de nutrientes por parte de los animales (Frossasco-Davicini & Elizondo-Salazar, 2020).

Estas diferencias pueden reflejar distintos aspectos de las materias primas, tales como sus propiedades químicas y composición, en el caso de la *Lemna minor* se han reportado que, en condiciones naturales, esta planta presenta valores de pH que oscilan entre 4,5 y 7 (Solano, Aguilar, Domínguez, Ramírez, & Aguilar, 2020).

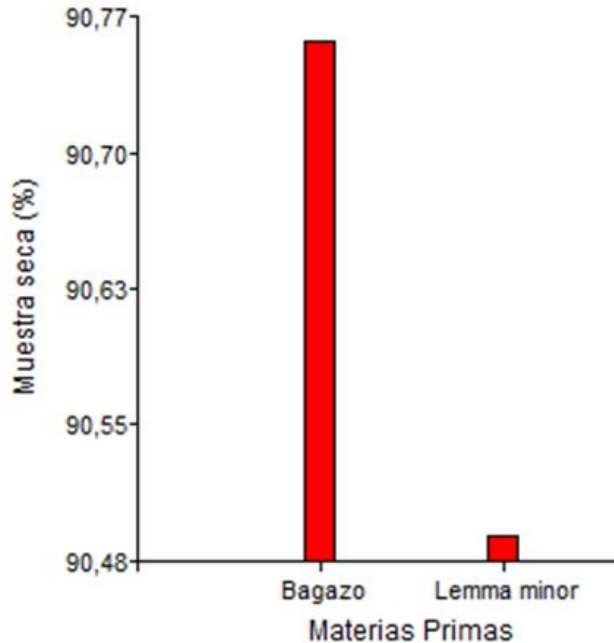




# Características fisicoquímica de las materias primas



## Materia seca



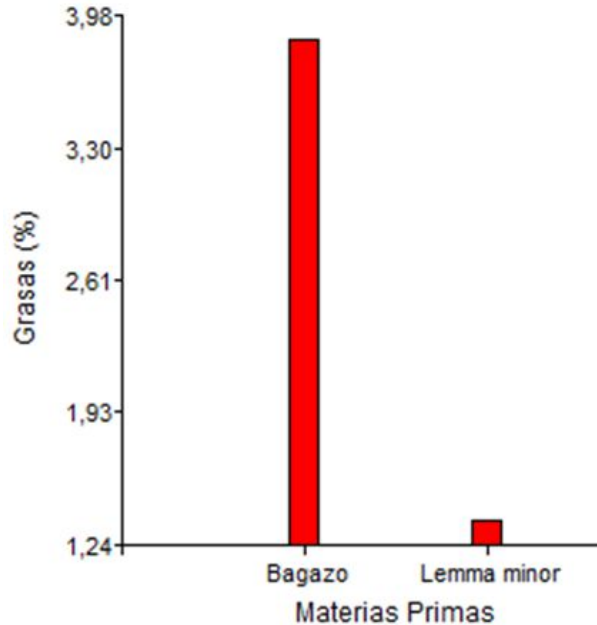
De acuerdo con Durán Castro & Kebreau (2011), resaltan que el consumo de materia seca juega un papel crucial en la producción de leche en relación con la ganancia de peso.

Esta relación se debe a que el consumo de materia seca se basa en el peso corporal y el nivel de producción, lo que destaca su influencia directa en el rendimiento de los animales en términos de producción láctea y ganancia de peso.

Dicha diferencia puede estar relacionada con cantidad de agua presente en las materias primas analizadas (Durán Castro & Kebreau, 2011).



## Grasa



Las grasas desempeñan un papel clave en la nutrición animal al proporcionar energía concentrada y nutrientes esenciales.

Las grasas actúan como una fuente de energía concentrada y una reserva energética de alto rendimiento, superando tres veces la capacidad de los glúcidos para acumular energía. Además, las grasas también cumplen un papel estructural al depositarse entre los tejidos y órganos, contribuyendo a la integridad y funcionamiento del organismo (Yuquilema Atupaña, 2017).

La diferencia entre estas materias primas sugiere que las proporciones y combinaciones de estos parámetros deben considerarse cuidadosamente en la formulación de piensos.

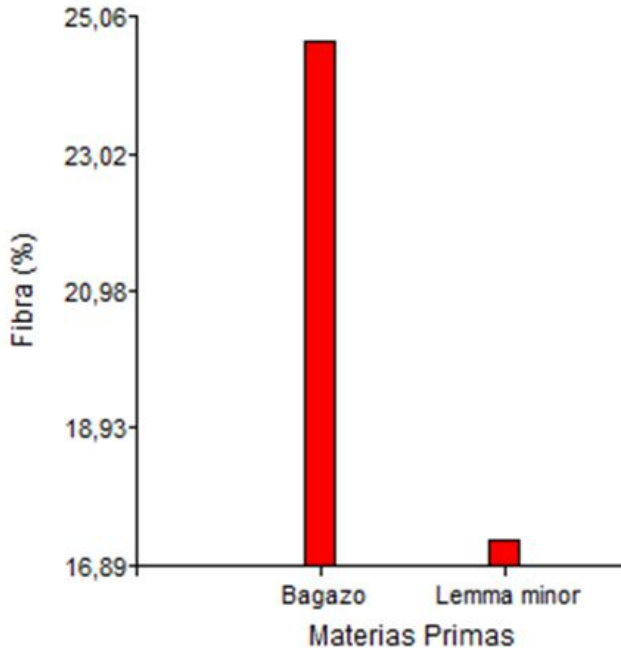




# Características fisicoquímica de las materias primas



## Fibra



La fibra desempeña un papel crucial al definirse como los componentes vegetales de baja digestibilidad que estimulan la rumia y mantienen el equilibrio en el rumen.

De acuerdo con Hernández Guzmán (2010), en muchos sistemas de producción de rumiantes, la fibra constituye el pilar fundamental de las raciones, contribuyendo de manera esencial al bienestar y al rendimiento del ganado.

El contenido elevado de fibra en el bagazo es debido a que, el bagazo es una planta vascular a diferencia de la *Lemna minor* que no tiene estructura (Serrano Becerra, 2022).

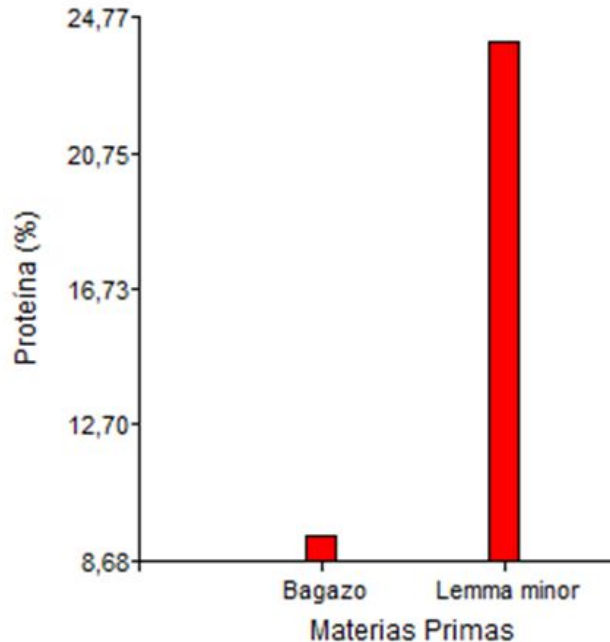




# Características fisicoquímica de las materias primas



## Proteína



El contenido de proteína es un aspecto crucial en la producción de piensos (Rodríguez, 2003). Desempeñan múltiples funciones, incluyendo la formación de tejidos, músculos, leche, pezuñas, aporte de energía y otros componentes vitales en los animales (Rodríguez, 2003).

El contenido reducido de proteína en el bagazo se debe a que la caña de azúcar naturalmente carece de una cantidad significativa de proteínas, por ello, se recomienda utilizarlo exclusivamente como ración única, sino que, es necesario complementarlo con otras fuentes proteicas adicionales, para satisfacer las necesidades nutricionales de los animales de manera adecuada (Zambrano Rivadeneira, 2016).



Como resultado de la mezcla de las materias primas (Bagazo y *Lemna minor*) más la melaza se obtuvo el pienso elaborado que se muestra en la figura





# Características fisicoquímica del pienso elaborado y comercial



|                | Pienso alimenticio | Pienso comercial |
|----------------|--------------------|------------------|
| MO%            | 81,61              | 85,50            |
| Humedad%       | 10,89              | 13,00            |
| Ceniza %       | 7,50               | 8,00             |
| pH             | 4,46               | 4,90             |
| Muestra seca % | 90,79              | 90,10            |
| Grasas %       | 2,28               | 2,50             |
| Proteína       | 9,34               | 13,00            |
| Fibra          | 15,50              | 11,00            |

MO%: Serrano Becerra (2022), el bagazo, que forma parte importante del pienso alimenticio, podría tener un impacto directo en este aspecto debido a su naturaleza fibrosa y su proceso de hidrólisis, lo que podría influir en el contenido de materia orgánica. Sin embargo, puede dar un plus al alimento al hacerlo más adecuado para mantener la movilidad del rumen, ya que esta es una parte crucial del sistema digestivo de estos animales (Nunez Torres, 2019).

Humedad: Se debe a que tanto el bagazo como la *Lemna minor*, mostraron bajo contenido de agua podrían contribuir a reducir la humedad total del pienso alimenticio.





# Características fisicoquímica del pienso elaborado y comercial



|                       | Pienso alimenticio | Pienso comercial |
|-----------------------|--------------------|------------------|
| <b>MO%</b>            | 81,61              | 85,50            |
| <b>Humedad%</b>       | 10,89              | 13,00            |
| <b>Ceniza %</b>       | 7,50               | 8,00             |
| <b>pH</b>             | 4,46               | 4,90             |
| <b>Muestra seca %</b> | 90,79              | 90,10            |
| <b>Grasas %</b>       | 2,28               | 2,50             |
| <b>Proteína</b>       | 9,34               | 13,00            |
| <b>Fibra</b>          | 15,50              | 11,00            |

Ceniza: Chachapoya Rivas (2014), las proporciones en las que se encuentran las materias primas influyen en estos valores ya que pueden contener minerales en diferentes porciones.

pH: Esto podría estar relacionado con la inclusión de bagazo hidrolizado y la presencia de compuestos ácidos en *Lemna minor*, ya que estos ingredientes podrían influir en la acidez del pienso y, por lo tanto, en su pH final, lo cual es un aspecto positivo ya que ayuda en la fermentación de los alimentos (Nunez Torres, 2019)





# Características fisicoquímica del pienso elaborado y comercial



|                       | Pienso alimenticio | Pienso comercial |
|-----------------------|--------------------|------------------|
| <b>MO%</b>            | 81,61              | 85,50            |
| <b>Humedad%</b>       | 10,89              | 13,00            |
| <b>Ceniza %</b>       | 7,50               | 8,00             |
| <b>pH</b>             | 4,46               | 4,90             |
| <b>Muestra seca %</b> | 90,79              | 90,10            |
| <b>Grasas %</b>       | 2,28               | 2,50             |
| <b>Proteína</b>       | 9,34               | 13,00            |
| <b>Fibra</b>          | 15,50              | 11,00            |

Muestra seca: Durán Castro & Kebreau (2011), el nivel de materia seca en el alimento final se define por la cantidad de humedad presente en las materias primas que lo componen, lo que indica un aspecto positivo ya que reduce la proliferación de microorganismos (López, 2005)

Grasa: (Martín, 2004), la proporción de melaza en la mezcla estaría influenciando en el contenido de grasas en el pienso alimenticio.





# Características fisicoquímica del pienso elaborado y comercial



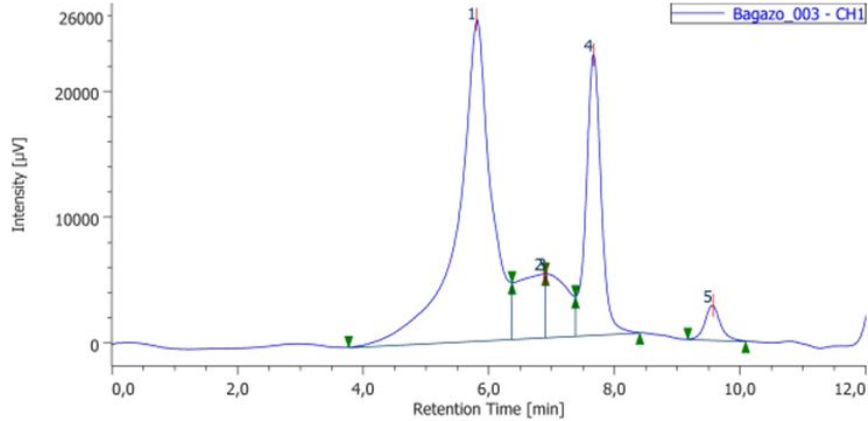
|                       | Pienso alimenticio | Pienso comercial |
|-----------------------|--------------------|------------------|
| <b>MO%</b>            | 81,61              | 85,50            |
| <b>Humedad%</b>       | 10,89              | 13,00            |
| <b>Ceniza %</b>       | 7,50               | 8,00             |
| <b>pH</b>             | 4,46               | 4,90             |
| <b>Muestra seca %</b> | 90,79              | 90,10            |
| <b>Grasas %</b>       | 2,28               | 2,50             |
| <b>Proteína</b>       | 9,34               | 13,00            |
| <b>Fibra</b>          | 15,50              | 11,00            |

Proteína: Esto puede atribuirse a la proporción del 30% incluida de *Lemna minor*, ya que posee menor cantidad de proteína en comparación al bagazo.

Fibra: Esto puede atribuirse al contenido incluido del bagazo, debido a que posee mayor cantidad de fibra.



## Bagazo



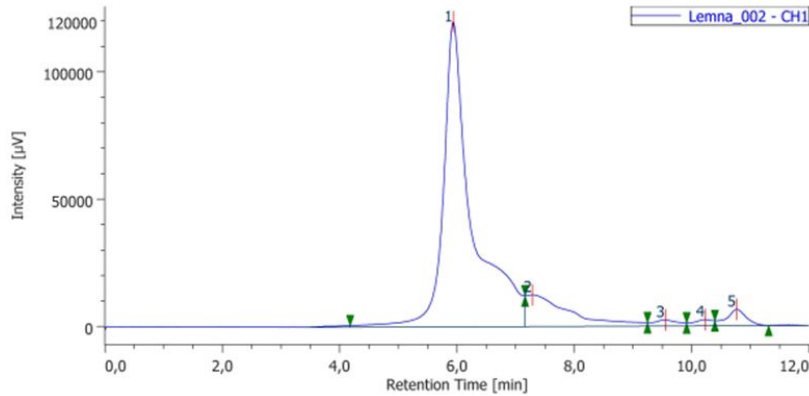
| #     | Peak Name | CH | tR [min] | Area [µV·sec] | Area%  | Quantity    | Corrected Quantity |
|-------|-----------|----|----------|---------------|--------|-------------|--------------------|
| 1     | DEXTRANAS | 1  | 5.808    | 939703        | 57.350 | 6.66031 [%] | 6.66031            |
| 2     | Unknown   | 1  | 6.875    | 154313        | 9.418  | N/A         | N/A                |
| 3     | Unknown   | 1  | 6.925    | 122123        | 7.453  | N/A         | N/A                |
| 4     | SACAROSA  | 1  | 7.667    | 374546        | 22.858 | 2.50045 [%] | 2.50045            |
| 5     | Unknown   | 1  | 9.567    | 47862         | 2.921  | N/A         | N/A                |
| Total |           |    |          | 1638547       |        | 9.16076     | 9.16076            |

Armas & Ramón (2007), señalan que el contenido de sacarosa en la caña de azúcar varía según su etapa de crecimiento. Durante el período de desarrollo, alcanza un porcentaje del 35%, mientras que en la etapa de maduración puede llegar a contener hasta el 65%.

Por otro lado, según Cuddihy, Porro, & Raud (2001), los dextranos no son compuestos comunes a la caña de azúcar; su presencia en la caña es mínima. Además, de acuerdo con (Morales Ortiz, 2022), la presencia de dextranos, se debe al desarrollo del microorganismo *Leuconostoc mesenteroides*, los cuales tienen la capacidad de metabolizar la sacarosa y dan como resultado la producción de dextranos.



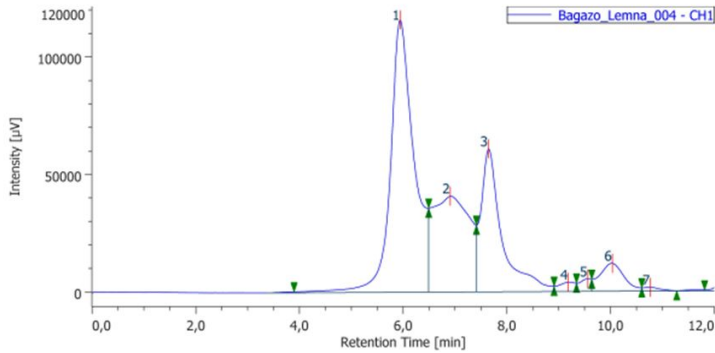
## Lemna minor



De acuerdo con García Albornoz (2006), la presencia de fructosa se extiende por las hojas de diversas plantas, incluidas las acuáticas, lo cual es una característica distintiva de esta planta.

| #     | Peak Name | CH | tR [min] | Area [µV·sec] | Area%  | Quantity     | Corrected Quantity |
|-------|-----------|----|----------|---------------|--------|--------------|--------------------|
| 1     | DEXTRANAS | 1  | 5.933    | 4061317       | 81.637 | 28.8943 [%]  | 28.8943            |
| 2     | Unknown   | 1  | 7.283    | 641322        | 12.891 | N/A          | N/A                |
| 3     | Unknown   | 1  | 9.550    | 67903         | 1.365  | N/A          | N/A                |
| 4     | FRUCTOSA  | 1  | 10.225   | 54223         | 1.090  | 0.235763 [%] | 0.235763           |
| 5     | Unknown   | 1  | 10.758   | 150068        | 3.017  | N/A          | N/A                |
| Total |           |    |          | 4974833       |        | 29.1301      | 29.1301            |

## Pienso elaborado



| #     | Peak Name | CH | tR [min] | Area [µV·sec] | Area%  | Quantity     | Corrected Quantity |
|-------|-----------|----|----------|---------------|--------|--------------|--------------------|
| 1     | DEXTRANAS | 1  | 5.942    | 3674886       | 44.203 | 26.1419 [%]  | 26.1419            |
| 2     | Unknown   | 1  | 6.908    | 1998425       | 24.038 | N/A          | N/A                |
| 3     | SACAROSA  | 1  | 7.642    | 1721893       | 20.712 | 9.64703 [%]  | 9.64703            |
| 4     | GLUCOSA   | 1  | 9.183    | 86350         | 1.039  | 0.494645 [%] | 0.494645           |
| 5     | Unknown   | 1  | 9.558    | 80714         | 0.971  | N/A          | N/A                |
| 6     | FRUCTOSA  | 1  | 10.033   | 387467        | 4.661  | 2.06179 [%]  | 2.06179            |
| 7     | Unknown   | 1  | 10.767   | 36518         | 0.439  | N/A          | N/A                |
| 8     | Unknown   | 1  | 12.267   | 327390        | 3.938  | N/A          | N/A                |
| Total |           |    |          | 8313643       |        | 38.3454      | 38.3454            |

La aparición de la glucosa podría atribuirse al empleo de melaza en la elaboración del pienso, además mencionar que este insumo fue utilizado debido a que cumple la función de aglutinante debido a su capacidad para retrasar el proceso de endurecimiento del producto (Zambrano Rivadeneira, 2016).



# CONCLUSIONES



El análisis de las características fisicoquímicas de las materias primas utilizadas en la elaboración del pienso proporciona información sobre su composición nutricional y su impacto en la salud y rendimiento de los animales. Factores como materia orgánica, humedad, ceniza, pH, muestra seca, grasas, proteína y fibra influyen en la calidad y valor nutricional del pienso.





# CONCLUSIONES



La comparación de las características fisicoquímicas entre el pienso alimenticio y el comercial muestra cómo las diferentes materias primas y proporciones afectan la composición y calidad nutricional. Las diferencias en varios factores demuestran cómo las elecciones de ingredientes y formulaciones influyen en la calidad final de los piensos para animales.





# RECOMENDACIONES



Calibrar y validar los métodos analíticos utilizados para obtener resultados precisos y consistentes, asegurando que los valores reportados sean representativos de la realidad.

Mantener un programa de monitoreo constante para detectar cambios en las características fisicoquímicas y calidad nutricional de los piensos, permitiendo ajustes basados en nueva información.

Utilizar los resultados para mejorar la formulación de los piensos y elevar su calidad nutricional.

Evaluar el impacto de los resultados en los costos de producción y la relación costo-beneficio, tomando decisiones equilibradas para optimizar la calidad del pienso y la eficiencia de la producción.





*¡Gracias!*



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA