



**Universidad Estatal Península de Santa Elena**  
**Facultad de Ciencias Agrarias**  
**Carrera de Agropecuaria**

**FORMULACIÓN DE DIETAS PARA LA  
ALIMENTACIÓN DE CAPRINOS UTILIZANDO HOJA  
DE CÁLCULO MICROSOFT EXCEL**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**Autora:** Joselyn Fabiola Ibujés Orrala

La Libertad, 2021



**Universidad Estatal Península de Santa Elena**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Carrera de Agropecuaria**

**FORMULACIÓN DE DIETAS PARA LA  
ALIMENTACIÓN DE CAPRINOS UTILIZANDO HOJA  
DE CÁLCULO MICROSOFT EXCEL**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**Autora:** Joselyn Fabiola Ibujès Orrala

**Tutora:** Ing. Ligia Araceli Solís Lucas PhD.

La Libertad, 2021

## TRIBUNAL DE GRADO



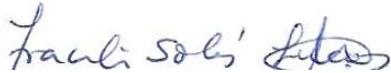
---

Ing. Nadia Quevedo Pinos, PhD.  
**DIRECTORA DE CARRERA  
DE AGROPECUARIA  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



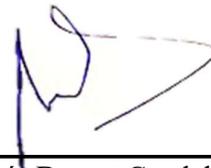
---

Ing. Julio Villacrés Matías, MSc.  
**PROFESOR ESPECIALISTA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

Ing. Ligia Araceli Solís Lucas, PhD.  
**PROFESORA TUTORA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

Ing. Andrés Drouet Candell, MSc.  
**PROFESOR GUÍA DE LA UIC  
SECRETARIO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente a Dios, por haberme ayudado a cumplir uno de mis más grandes objetivos que me propuse, por darme salud y sabiduría en este arduo camino. A mis padres y mi hijo, infinitas gracias por apoyarme incondicionalmente en este largo y arduo trayecto universitario, gracias por la paciencia y sacrificio que me demostraron.

Gracias a esta prestigiosa institución que fue mi segundo hogar donde me he formado, gracias a los docentes que me impartieron sus conocimientos y aportaron para mi formación personal y profesional.

A mí querida tutora Ing. Araceli Solís Lucas, PhD por su paciencia, dedicación y apoyo incondicional quien fue mi guía en este trabajo gracias por aportar con sus conocimientos y lograr obtener mi título de tercer nivel.

**JOSELYN FABIOLA IBUJÉS ORRALA**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y llenarme de sabiduría, fortaleza y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional, esta meta que tanto anhelaba, la veía lejos, fue un camino difícil que tuve que recorrer, me costó sacrificios, tristeza y preocupaciones, en fin fue difícil pero no imposible.

A mi madre, por ser mi pilar fundamental y demostrarme siempre su apoyo y dedicación y haber cuidado de mi hijo mientras yo me dedicaba ir a la universidad. A mi padre por el apoyo económico y el esfuerzo que realizaba a diario gracias por demostrarme su infinito amor y paciencia, aunque no le gustaba mi carrera logro comprenderme y apoyarme.

A mi hijo Gabriel que fue mi motor, el que me impulso a llegar a este gran logro, quien fue mi aliento cada día, quien fue paciente y muy comprensivo en cada momento.

**JOSELYN FABIOLA IBUJÉS ORRALA**

## RESUMEN

Este trabajo fue parte del proyecto "Mejoramiento de la producción caprina de la provincia de Santa Elena", con el objetivo de elaborar una plantilla de cálculo para la formulación de dietas de caprinos productores de carne utilizando una hoja de cálculo Microsoft Excel. La metodología aplicada tuvo el siguiente procedimiento: a) crear una hoja de Excel, en la que se agrupó a los animales caprinos según las diferentes actividades y etapas fisiológicas; b) investigar y crear una base de datos de las materias primas locales con sus respectivos componentes nutricionales; c) diseñar la plantilla de formulación en la que se agregó las necesidades nutricionales del animal, los componentes nutritivos de las materias primas y las cantidades máximas, mínimas y las respectivas restricciones; y d) el uso del complemento solver de Excel que facilitó a través de fórmulas matemáticas calcular tomando como objetivo el precio, la dieta más adecuada al mínimo costo para los caprinos. Con la plantilla elaborada se formularon raciones para diferentes categorías caprinas: para hembras gestantes con un peso de 30 kg, consumo de 3 kg MS/día y utilizando 6 materias primas, una ración por kg de 0.24 \$; un caprino lactante de 20 kg, con un consumo de 2 kg MS/día y utilizando 6 materias primas, una dieta por kg de 0.27 \$; y para caprinos en estado de crecimiento de 10 kg, que consumen un kg de MS/día con 5 materias primas, se formuló una ración de un kg, con un precio de 0.18 \$. Los resultados permiten concluir que las dietas cumplen con los requerimientos nutricionales que el animal necesita a precios accesibles, convirtiendo a la plantilla de Microsoft Excel en una herramienta de fácil manejo para productores.

**Palabras claves:** alimentación, materias primas, restricciones, solver.

## ABSTRACT

This work was part of the project "Improvement goat production in the province of Santa Elena, to develop a calculation template for the formulation of diets for meat-producing goats using a Microsoft Excel spreadsheet. The applied methodology had the following procedure: a) create an Excel sheet, in which the goats were grouped according to the different activities and physiological stages; b) research and create a database of local raw materials with their respective nutritional components; c) design the formulation template in which the nutritional needs of the animal, the nutritional components of the raw materials and the maximum and minimum quantities and the respective restrictions were added; and d) the use of the Excel solver add-in that facilitates, through mathematical formulas, calculating the most suitable diet at the lowest cost for goats, taking the price as an objective. With the developed template, rations were formulated for different goat categories: for pregnant females weighing 30 kg, consumption of 3 kg DM/day and using 6 raw materials, a ration per kg of \$0.24; a 20 kg lactating goat, with a consumption of 2 kg DM/day and using 6 raw materials, a diet per kg of \$0.27 per kilo; and for goats in a growth stage of 10 kg, which consume one kg of DM/day with raw materials, a one kg ration was formulated, with a price of \$0.18. The results allow concluding that the diets meet the nutritional requirements that the animal needs at affordable prices, turning the Microsoft Excel template into an easy to use tool for producers.

**Key words:** feeding, raw materials, restrictions, solver.

El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



---

Joselyn Fabiola Ibujés Orrala

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	4
1.1 Ganadería caprina en el mundo.....	4
1.2 Ganadería caprina en el país .....	4
1.3 Etapas de producción .....	5
1.3.1 Gestación .....	5
1.3.2 Lactancia.....	5
1.3.3 Destete.....	5
1.4 Clasificación de sistemas de producción.....	6
1.4.1 Sistema tradicional.....	6
1.4.2 Sistema extensivo.....	6
1.4.3 Sistemas intensivos o estabulados.....	7
1.5 Alimentación.....	8
1.6 Nutrición .....	8
1.7 Consumo diario de materia seca .....	8
1.8 Energía .....	9
1.9 Energía metabolizable.....	9
1.10 Proteínas.....	9
1.11 Minerales.....	10
1.12 Vitaminas .....	10
1.13 El agua.....	10
1.14 Clasificación de los alimentos.....	10
1.14.1 Alimentos forrajeros.....	11
1.14.2 Alimentos concentrados .....	11
1.14.3 Aditivos.....	11
1.15 Formulación de alimento balanceado.....	11
1.16 Principios para la formulación de raciones en ganado caprino.....	12
1.17 Métodos de formulación de raciones para caprinos: .....	12
1.17.1 Cuadrado de Pearson.....	12
1.17.2 Raciones de mínimo costo. Uso de programación lineal.....	13
1.18 Microsoft Excel; solver .....	13
1.19 Investigaciones realizadas usando solver.....	13
1.19.1 Formulación de raciones para caprinos.....	13

1.19.2 Formulación de una dieta de mínimo costo por medio de sustitución de ingredientes tradicionales en aves ponedoras Hy-line Brown. ....	14
1.19.3 Formulación de una dieta de costo mínimo para alimentación de cerdos incluyendo los insumos no convencionales suero y ariche.....	14

**CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS ..... 15**

2.1 Localización y descripción del área de estudio.....	15
2.2 Clima.....	15
2.3 Materiales y equipos .....	16
2.4 Procedimiento .....	16
2.5 Tipo de investigación.....	19

**CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....20**

3.1 Estimación del animal en actividad moderada y según etapa fisiológica. ....	21
3.2 Estimación del animal en actividad intensa y según etapa fisiológica.....	23
3.3 Estimación del animal en actividad moderada y según etapa fisiológica. ....	24
3.2 Base de datos que contienen la composición nutricional para la utilización en la alimentación de caprinos.....	20
3.3 Selección del caprino .....	25
3.4 Plantilla de formulación.....	26
3.4 Plantilla de mezclado .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....31**

Conclusiones.....	31
Recomendaciones.....	31

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Ventajas y desventajas de los sistemas extensivo de producción .....	7
<b>Tabla 2.</b> Ventajas y desventajas de los sistemas intensivo o estabulado.....	7
<b>Tabla 3.</b> Base de datos de materias primas que contienen la composición nutricional para la utilización en la alimentación de caprinos .....	21
<b>Tabla 4.</b> Estimación del caprino en actividad moderada y según etapa fisiológica. ....	22
<b>Tabla 5.</b> Estimación del caprino en actividad intensa y según etapa fisiológica.....	23
<b>Tabla 6.</b> Estimación del animal en actividad estabulada y según etapa fisiológica. ....	24
<b>Tabla 7.</b> Caprino en crecimiento .....	25
<b>Tabla 8.</b> Caprino en gestación.....	26
<b>Tabla 9.</b> Selección del caprino lactante .....	26
<b>Tabla 10.</b> Plantilla de formulación para caprinos en crecimiento. ....	28
<b>Tabla 11.</b> Plantilla de formulación para caprinos gestantes. ....	29
<b>Tabla 12.</b> Plantilla de formulación para caprinos lactantes.....	30

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 1.</b> Ubicación del Centro de Apoyo Río Verde.....	15
---	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Figura 1A.** Activación de solver al menú principal
- Figura 2A.** Análisis bromatológico de la moninga en base seca
- Figura 3A.** Análisis bromatológico del maíz ilusión en base seca
- Figura 4A.** Análisis bromatológico de pasto zuri en base seco
- Figura 5A.** Análisis bromatológico del pasto marandú
- Figura 6A.** Análisis bromatológico del pasto Setanea en base seca
- Figura 7A.** Análisis bromatológico de Leucaena en base seca
- Figura 8A.** Base de datos de las materias primas con sus valores nutricionales
- Figura 9A.** Pantalla de inicio del Excel con sus respectivos botones
- Figura 10A** Plantilla 'Modelo animal' donde los animales se encuentran separado según su actividad y etapa
- Figura 11A.** Plantilla de formulación de dietas para caprinos en crecimiento
- Figura 12A.** Plantilla de formulación de dietas para caprinos gestantes
- Figura 13A.** Plantilla de formulación de dietas para caprinos lactantes
- Figura 14A.** Plantilla de mezclado y selección
- Figura 15A.** Diseño del solver

## INTRODUCCIÓN

Los caprinos tienen una fuerte influencia socio-económica en la población rural, especialmente en los sectores más vulnerables a nivel mundial, pues la ganadería caprina constituye una fuente importante de proteínas para el ser humano (Bach, 2010).

La carne de cabra aporta 19% de proteínas dentro de la dieta diaria, estos valores pueden variar considerablemente por factores como: raza, edad, sexo, peso e historial nutricional del animal. Por lo tanto el crecimiento demográfico va a exigir mucho las demandas de proteínas en los siguientes años, porque es un fenómeno imparable, por lo que se recomienda utilizar los sistemas de producción (Webb, 2014).

Las necesidades nutricionales varían dependiendo de la edad del animal y su peso vivo, pues a mayor masa corporal, mayores necesidades de mantenimiento, y a mayor madurez, menor es la proporción de proteína y mayor contenido de grasa depositados con la ganancia de peso. Para la determinación de las necesidades de nutrientes del animal, se requiere de una estimación de pérdidas que cada uno de los animales sufren durante todo el proceso de aprovechamiento: digestión, metabolismo y deposición u oxidación (Salazar, 2007).

La alimentación de los caprinos en los sistemas de producción pecuaria representa entre el 60 -70% del costo de producción, por lo tanto realizar cualquier estudio respectivo en nutrición animal, contribuye a la reducción de los costos de producción y al aumento de la utilidad del ganadero o empresario (Nuñez, 2017).

En el país las dietas de los animales se basan en el uso frecuente de materias primas como maíz, ensilaje, algarrobo, afrecho de trigo, torta de soya, sorgo, melaza de caña que aportan proteínas y carbohidratos; sin embargo, el valor de adquisición de estas materias primas está definido por el valor proteico y energético (Ocampo, 2015).

Al aprovechar los diferentes recursos naturales de baja calidad existentes en zonas vulnerables, que otras especies animales no podrían utilizar. Para ello la industria

caprina busca mejorar diversas debilidades, las cuales afectan rentabilidad de sus establos; los caprinos prefieren forrajes secos que los forrajes húmedos, su dieta completa debe contribuir alrededor de 44 a 55% de humedad (Menoscal, 2020).

Uno de los grandes problemas en la industria caprina es la deficiente nutrición y los altos costos de los insumos, lo cual toma más fuerza por la falta de una herramienta informática que facilite la elaboración de una ración económica y de calidad nutricional (Ramos, 2013). Los pequeños ganaderos productores de carne y leche son los más afectados ya que no cuentan con una herramienta informática que les facilite el trabajo. En el mercado local existen herramientas informáticas de formulación de raciones, pero su uso está más dirigido a establos grandes debido a su elevado costo (Lodoño, 2017).

El uso de balanceados comerciales logran en los animales, buenos resultados, pero estos encarecen los costos de producción, del rubro de alimentación, lo que no permite que los sistemas de producción sean rentables (Paz *et al.*, 2007). Considerando que en la provincia de Santa Elena, los pequeños productores no cuentan con un software que les facilite la formulación de raciones específicas para su ganado caprino (Martinez, 2011).

López (2013) manifiesta que solver es un complemento de Microsoft Excel, en el que se puede encontrar los puntos óptimos de máximas ganancias y costos mínimos, donde se colocan las debidas restricciones y se logra calcular, los rendimientos, la producción, entre otros, en si todo en dependencia de la variable u objetivo que se desee evaluar. Por lo que el objetivo de este trabajo es desarrollar un programa de formulación de raciones utilizando hojas electrónicas de cálculo Excel; en países así como el nuestro lo más usado y accesible para el pequeño y mediado productor es el mencionado Microsoft Excel.

**Problema Científico:**

¿Elaborar una plantilla de cálculo para la formulación de dietas de caprinos productores de carne permitirá cumplir con los requerimientos nutricionales de los mismos?

**Objetivo General:**

Elaborar una plantilla de cálculo para la formulación de dietas de caprinos productores de carne utilizando como herramienta la hoja de cálculo Microsoft Excel.

**Objetivos Específicos:**

1. Crear una base datos de materias primas de la provincia de Santa Elena y del país que incluya la composición nutricional para su utilización en la alimentación de caprinos.
2. Formular dietas para caprinos en base a los requerimientos nutricionales de estos, componentes nutritivos de las materias primas y considerando el uso de las restricciones.

**Hipótesis:**

La elaboración de una plantilla de cálculo en Microsoft Excel que contenga una base de datos de especies cultivadas en la provincia de Santa Elena y del país permitirá formular dietas que cumplan con los requerimientos nutricionales que necesitan los caprinos.

# **CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## **1.1 Ganadería caprina en el mundo**

En la actualidad, existen cerca de un billón de caprinos alrededor del mundo, siendo las regiones de Asia y África donde predominan más del 90% y solo el 8,2% en América (Camacho, 2018). El 79% de los hatos caprinos a nivel del mundo se los encuentran en zonas árido - cálidas, que estas suelen ser inadecuadas para cualquier otro tipo de actividades ganaderas y donde el ganado caprino es el animal más valioso para miles de productores. De las cabras se puede obtener productos tales como: leche, cuero, abono del estiércol y la fibra (Solano, 2015).

La condición de explotación caprina va ligado de los recursos, que se tienen a disposición, ya sean socio - económico, la ubicación geográfica, el ambiente, clima, suelo, nutrición, disponibilidad de agua, sanidad animal, el mercado, entre otros. Lo recomendable es que se debe coordinar las actividades que los animales realizan para tener excelentes resultados, y por ende favorecen a la producción y la productividad de los sistemas predominantes en el campo (López, 2006).

## **1.2 Ganadería caprina en el país**

La producción del ganado caprino en el Ecuador, no genera tantos ingresos en comparación con otras producciones de animales, ya sean la producción de pollo, cerdo, bovinos, y esta a su vez tiene poca influencia sobre PIB nacional, por lo que el país y la provincia de Santa Elena, no se han realizado suficientes estudios al respecto de este tipo de ganado. Por ello se plantearon estudios generando información básica y fundamental para brindar soluciones y así mejorar procesos de inversión, investigación, necesarios para mejorar las condiciones de vida de los productores caprinos, de la provincia y del país (Villacres *et al.*, 2017).

### **1.3 Etapas de producción**

#### ***1.3.1 Gestación***

La etapa de gestación inicia cuando un óvulo es fecundado ahí empieza la formación de un nuevo individuo en el útero de la madre, generalmente la duración de esta etapa es de 150 a 160 días a partir del empadre; por eso es importante conocer el ciclo estral del animal, para así estimar la fecha del parto y a vez tomar el debido control de su alimentación y manejo. Las cabras jóvenes pueden llegar a parir un animal mientras que las adultas de 2 y 3 crías (Llorrell, 2017).

#### ***1.3.2 Lactancia***

Lactancia natural: esta se encarga de que los cabritos se nutran directamente de las ubres de la madre, por lo general los cabritos se alimentan entre tres veces por día, suministrando pequeñas cantidades de leche en momentos frecuentes (Salinas, 2020).

Lactancia artificial: en este tipo de lactancia se encargan de despojar a los cabritos recién nacidos de sus madres, después de la deglución del calostro, para luego alimentarlos con leche por medio de biberones. Los consumos largos pueden provocar problemas digestivos, como diarreas y los consumos cortos habituales aumentan la digestibilidad (Rullan, 2018).

#### ***1.3.3 Destete***

En esta etapa los cabritos deben de tener un promedio de 45 días de haber nacido; los cabritos deben de tener un área determinada (establos, corrales), con el manejo adecuado y deben ser nutridas, luego podrían ser pastoreados para su alimentación. La inmunidad de los cabritos recién nacidos se la adquiere mediante la administración de calostro para tener una buena ganadería caprina (Ron, 2021).

## **1.4 Clasificación de sistemas de producción**

### ***1.4.1 Sistema tradicional***

En este sistema comúnmente lo poseen los pequeños productores, donde no se desarrolla mucho la producción caprina, manteniéndola como una fuente de ingreso alternativo. Por lo general este sistema está comprendido por hatos menores a 10 animales, que se alimentan de cualquier alimento en la granja o zona de donde se encuentren (Espejo, 2011). Otras características acorde a Camacho (2018) son:

- Se trabaja conjuntamente con los miembros de la familia.
- Practican actividades como, el ordenamiento del animal de forma manual, esta leche se usa para el consumo de la familia y el restante de la leche se encarga para comercializarlo.
- Los animales no tienen control o registro de montas, hijos, etc.
- Escaso manejo sanitario.
- Baja productividad y mortalidad caprina elevada

### ***1.4.2 Sistema extensivo***

Este sistema se caracteriza porque utiliza los aprovechamientos de los pastos nativos de prados, los pastizales, hierbas y rastrojos; en si este sistema consiste en la cría y mantenimiento de los animales, en extensiones medianas por lo que el ganado se encarga de buscar su propio alimento o siendo suplementado con aportes extras, para su crecimiento moderado (May, 2019).

El sistema extensivo posee corrales rústicos con materiales de su habitat que se encuentran en el medio (Ortega, 2012). Entre las ventajas y desventajas que posee este tipo de sistema se indica en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Ventajas y desventajas de los sistemas extensivo de producción

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Se realizan trabajos en conjunto con la familia, no se necesita trabajadores.	Partos y montas control
Se utiliza para la producción razas criollas.	Frecuentes problemas de consanguinidad.
Su alimentación se basa únicamente en pastoreo y suplementos extras.	No cuentan con suficientes áreas de instalaciones.
La carne del animal se la vende al mercado.	No cuentan con registros sanitarios.

(Agropedia, 2018)

#### **1.4.3 Sistemas intensivos o estabulados**

Principalmente este sistema se caracteriza porque son producciones altamente eficaces, con una superficie adecuada y adaptada para el número de animales explotados, con excelente capacidad forrajera, con un control completo sobre los animales explotados, con buena capacidad forrajera (Mero, 2018). En sistema se diferencia de los otros porque tiene un sistema de tecnología de punta, las cuales se adaptan a las condiciones orográficas y climatológicas del sitio. Utilizando biotipos con alta capacidad de transformación y altos parámetros reproductivos (May, 2019). Ventajas y desventajas se detallan en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Ventajas y desventajas de los sistemas intensivo o estabulado

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Crías genéticamente mejoradas en producción tanto de leche como de carne.	Requiere personal que este es capacitado y especializado.
Registros de reproducción y manejo sanitario	Demanda de precios para las instalaciones Tecnificadas y sus equipos.

(Salinas, 2020).

## **1.5 Alimentación**

La alimentación es uno de los requisitos indispensables de la cadena productiva de los caprinos, porque mediante la alimentación el animal aporta proteínas, energía, vitaminas, minerales y agua, que los animales necesitan. En condiciones de sequía, la disponibilidad de forraje del terreno no es suficiente para cubrir las necesidades de producción, así que se ve en la obligación de suplementar con alimentos concentrados o con forrajes conservados, para tales situaciones (Meneses, 2017).

Reyes (2015) manifiesta que el ganado caprino se alimentan de diversos tipos de forrajes, ya sean forrajes frescos o forrajes secos, y de esta manera los animales puedan mantener una salud equilibrada y una mayor productividad por animal; lo que caracteriza a los caprinos es que estos poseen un retículo pequeño y la ingesta de alimentos es alta, esto se da por su menor digestibilidad. Cuando los caprinos están estabulados, es de mucha importancia una buena formulación en base a su producción y etapa fisiológica.

## **1.6 Nutrición**

El ganado caprino utiliza de una manera eficaz todos los alimentos que consumen para así alcanzar un balance equilibrado entre, proteínas y energía, ya que esto ayuda a una mejor productividad, cubriendo las necesidades nutricionales en la producción caprina, se debe de considerar factores como: edad, sexo, categoría, estado fisiológico, en el que se encuentra el animal (Salinas, 2020). De esto va a depender sus niveles productivos, ya que si estos niveles son bajos, los animales son más vulnerables a enfermedades y esto ocasionará que se reduzca la vida útil del animal (Cruz, 2015).

## **1.7 Consumo diario de materia seca**

El consumo de materia seca (MS), por lo general varía entre 250 y 1200 gramos por animal al día. Considerando la baja calidad nutricional de muchos forrajes, también es probable que con estos consumos el ganado caprino, no estén cumpliendo con sus necesidades nutricionales, por ende se deben buscar alternativas alimenticias que

logren aumentar los consumos de materia seca, y el consumo de nutrimentos en estos animales, de manera que puedan mejorar tanto su desempeño productivo como reproductivo (Solano, 2015).

## **1.8 Energía**

El contenido de energía es indispensable en los animales, para así ellos puedan cumplir con los requerimientos energéticos, para la producción de leche, que se aproxima a 186.4 kilojoules por kilogramo de leche, producida con un contenido de 4% grasa y una eficiencia de energía metabolizable por lactancia de 70% (Bedoya *et al.*, 2012).

## **1.9 Energía metabolizable**

Es la cantidad de energía proveniente del alimento, que dispone el animal para sus procesos metabólicos, quitando la energía digestible, y la energía perdida en la orina y gases, se obtiene la energía metabolizable. Incluyen las necesidades para todas las funciones corporales y actividad moderada (Bauza, 2012).

## **1.10 Proteínas**

Las proteínas son indispensables para el crecimiento, reproducción y producción de leche; la urea, siendo un nitrógeno no proteico, puede sustituir parte de los requerimientos nutricionales en los rumiantes. Las diferencias de proteínas en la dieta, dieta disminuye la proteína almacenada en la sangre, el hígado y músculos, y estas exponen a los rumiantes a una variedad de enfermedades serias (Heredia, 2014).

Si el nivel de proteína cruda en la dieta es menor al 6%, esto provocara que disminuya la ingesta de alimentos, con lo cual conduce a deficiencias combinadas, tanto de energía como proteína, y se reducen las funciones del rumen y acorta la eficiencia de la utilización de alimentos (Miranda, 2015).

### **1.11 Minerales**

Este grupo es muy indispensable para poder lograr equilibrar los valores nutricionales, que los animales requieren y así evitar efectos significativos en la salud del hato. El fósforo resulta crítico para las funciones productivas normales y las deficiencias suelen ocurrir, cuando existe bajas condiciones de pastoreo, por lo que esta especie necesita 1.0 de fósforo (Bacilio, 2015). El calcio es muy necesario para poder equilibrar la función corporal, en lo que necesita 1.2 de calcio, estos valores son los más recomendados (Meneses, 2017).

### **1.12 Vitaminas**

Las vitaminas son indispensable para el buen funcionamiento del organismo de la cabra y para que se mantenga con buena salud. Las cabras necesitan vitaminas, A, D, K, C y el complejo B, pero de todo este grupo de vitaminas la A es la más importante, por ser la más consumida en la época de verano, para cubrir esta necesidad es necesario proporcionar a los animales forrajes verde. Las otras vitaminas que necesita el animal las cubre el complejo B (Omara, 2016).

### **1.13 El agua.**

En la producción caprina, deben de tener con libre acceso el agua, la fuente de agua en los bebederos debe ser cambiada constantemente para poder evitar los riesgos de infestaciones parasitarias y contaminación. Se calcula un volumen aproximado de 3 a 8 litros de agua por animal al día (Avalos *et al.*, 2008).

### **1.14 Clasificación de los alimentos**

La alimentación que se utiliza para el ganado caprino, se clasifica de la siguiente manera: suplementos, forraje seco, forraje fresco, aditivos entre otros, almacenando lo que el animal va a ingerir de alimento y proporcionar raciones con un alto concentrado a caprino de alta producción (Webb, 2014).

#### ***1.14.1 Alimentos forrajeros***

El alimento forrajero se caracteriza porque es un vegetal en estado fresco, con elevado volumen de materia seca, se establece por medio de la absorción del cuerpo o metabolismo de los caprinos. El adecuado uso del forraje es el que determina la calidad del valor nutricional, para ello hay que saber los estados fenológicos y el peso, para saber cuánto puede ingerir (Rendón y Villacrés, 2020).

#### ***1.14.2 Alimentos concentrados***

Los alimentos concentrados también son proporcionados al consumo de las personas en pocas cantidades mientras que a los animales se les brindan en altas concentraciones, estos concentrados están conformados por cantidades altas nutricionalmente, entre estas están las harinas, legumbres (vegetal o leguminosa), las oleaginosas entre otros concentrados. Usualmente estos concentrados son utilizados para una adecuada alimentación y nutrición de los rumiantes (Caravaca, 2006).

#### ***1.14.3 Aditivos***

Estos son productos que contienen ciertos aditivos, para añadirlos en mínimas cantidades a las raciones que se les brinda al caprinos estos pueden ser: los aminoácidos esenciales (metionina, lisina, valina), vitaminas (A, B, D, E) y minerales, como son los macro y micro (calcio, magnesio). Según nutricionistas mencionan que los aditivos no se toman en cuenta a lo mencionado, pero se los considera dentro de la clasificación de los diferentes alimentos (Rendón y Villacrés, 2020).

### **1.15 Formulación de alimento balanceado**

Esta formulación se realiza utilizando un algoritmo matemático, esto ayuda a calcular una ración al mínimo costo, que se necesita para poder asegurar que los animales cumplan con sus requerimientos nutricionales, y la composición nutricional de la materia prima utilizada. Como resultado de la formulación, se lograra visualizar la

cantidad de insumos que se requiere para obtener una dieta a menor costo, pero que cumpla con las exigencias nutricionales para el animal (Suazo, 2011).

### **1.16 Principios para la formulación de raciones en ganado caprino**

Para realizar una adecuada formulación de raciones balanceadas en cualquier estado fisiológico del animal, es fundamental conocer los siguientes aspectos:

- Requerimientos nutricionales y consumo de materia seca (MS) del animal.
- Aportes de nutrientes aprovechables de los alimentos que van a ingerir.
- El precio y la disponibilidad del alimento, que van a ser incluidos en la dieta (Instituto nacional tecnológico, 2016).

### **1.17 Métodos de formulación de raciones para caprinos:**

Hoy en día existen varios métodos para realizar formulaciones de dietas balanceadas, indispensables proporcionar al animal una adecuada y equilibrada alimentación, entre estos métodos están: programación lineal, cuadrado de Pearson, Solver (Gómez y Morales, 2015).

#### ***1.17.1 Cuadrado de Pearson***

El método es sencillo y permite definir que proporciones de dos ingredientes deben mezclarse a fin de obtener la concentración deseada, la formulación de una ración puede ser parcial o completa, según se ajuste a todos los elementos nutricionales; en la formulación parcial se puede ajustar solo (Gómez y Morales, 2015). Para obtener las proporciones de ingredientes que se utilizaron, se resta diagonalmente y las diferentes proporciones de ingredientes que se utilizaron, se resta diagonalmente y las diferencias entre la concentración del nutriente en los ingredientes y la concentración deseada se anotan en los vértices del lado derecho del cuadro, ignorando el signo (Roig, 2011).

### ***1.17.2 Raciones de mínimo costo. Uso de programación lineal***

El principal objetivo que tiene este método es de formular una ración compuesta por dos o más ingredientes. Se utiliza procedimientos matemáticos, llamado Programación Lineal, este permite optimizar problemas y también maximizando o minimizando los requerimientos que el formulador requiera en base a la función objetivo junto con las variables que estas cumplen un conjunto de restricciones (Noguera *et al.*, 2011).

### **1.18 Microsoft Excel; solver**

Solver es un complemento de Microsoft Excel, que se encarga de desarrollar cálculos para la resolución de problemas, es un modelo de programación lineal. El resultado de la interacción de la función objetivo con las restricciones requeridas, es para encontrar una solución de la función objetivo con las restricciones requeridas, es para encontrar una solución en el desarrollo de los modelos planteados; esta interacción es la que permite identificar un área factible que cumple todas las restricciones, que se desea y optimiza los recursos disponibles (Lodoño y Boada, 2017).

### **1.19 Investigaciones realizadas usando solver**

#### ***1.19.1 Formulación de raciones para caprinos***

En los sistemas intensivos los costos de la alimentación son elevados, generalmente abarca el 55% de los costos totales de producción; el principal objetivo es formular raciones constituida por dos o más ingredientes que contenga la cantidad nutricional necesaria, para satisfacer las necesidades de los animales y a la vez que esté constituida por una mezcla de materias primas ( forraje seco, forraje fresco, aditivos) y esta a su vez a un mínimo costo posible (INATEC, 2016). El valor máximo o mínimo va acompañada de varias variables sujeta a restricciones que son el principal objetivo de la formulación (López, 2013).

***1.19.2 Formulación de una dieta de mínimo costo por medio de sustitución de ingredientes tradicionales en aves ponedoras Hy-line Brown.***

Saldaña (2013) indica que el principal objetivo del estudio fue determinar una dieta no tradicional económica para aves ponedoras Hy-line Brown, mediante el uso de ingredientes de la zona que cumplan con los requerimientos nutricionales que necesita el animal; debido a la necesidad de optimizar el uso de los ingredientes de la dieta, se creó un modelo de programación lineal utilizando el complemento Solver, generando un ahorro económico considerable con respecto a costos de la dieta tradicional (Saldaña, 2013).

***1.19.3 Formulación de una dieta de costo mínimo para alimentación de cerdos incluyendo los insumos no convencionales suero y ariche.***

La programación lineal es una herramienta que en sí, permite la formulación de dietas, esto se da por medio de la combinación óptima de insumos que cumplan los requerimientos nutricionales del cerdo, considerando el costo de insumo y aporte nutricional (Tabi, 2017). El objetivo del estudio es minimizar los costos de alimentación, al modelo de empezar a formular dietas para cerdos en etapa de finalización con la inclusión de los subproductos agroindustriales, suero y ariche (Tabi, 2017).

## CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Localización y descripción del área de estudio

El trabajo se realizó en el Centro de Apoyo Río Verde de la Universidad Estatal Península de Santa Elena a una altura de 54 msnm aproximadamente, cuyas coordenadas geográficas son: 2°,18',17.51" de latitud sur 80°,41',56.28" de longitud oeste (Yepéz, 2018).



Fuente: Google maps

*Figura 1.* Ubicación del Centro de Apoyo Río Verde.

### 2.2 Clima

La climatología se caracteriza por dos estaciones al año, determinando el invierno (diciembre- abril) meses lluviosos con precipitaciones aproximadas de 125 a 150 mm/año y el verano (mayo- noviembre) meses secos de 0.2 mm/ mes se presentan acompañados de la corriente fría de Humbolt, con una húmedas relativa, promedio del

80% y temperaturas entre 21 a 27 °C (Cruz, 2019). Con una luminosidad de 12 - 13 horas de luz/día (Moreira y Solís, 2021).

## **2.3 Materiales y equipos**

### **Equipos**

- Laptop
- Cuaderno de apunte
- Esferos
- Calculadora
- Licencia de sistema operativo de Windows.
- Solver

### **Insumos**

- Resultado de análisis bromatológicos
- Libros de Nutrición Animal

## **2.4 Procedimiento**

El proceso de elaboración de una hoja de cálculo Microsoft Excel para la formulación de dietas para ganado caprino productor de carne tuvo la siguiente secuencia:

### **a) Elaboración de base de datos de materias primas**

Para la elaboración de esta base de datos, primero se realizó la búsqueda de materias primas que son utilizadas en la alimentación de caprinos en la provincia de Santa Elena y del país que se suministren en la alimentación de caprinos; luego se hizo un listado de materias primas existentes en el mercado para la alimentación animal y se seleccionaron productos utilizables en rumiantes; cabe recalcar que se necesitó los análisis bromatológicos y a su vez el precio referencial a nivel del país, para poder realizar esta base de datos.

**b) Recopilación de requerimientos nutricionales de los caprinos productores de carne.**

Para el presente trabajo se utilizó información de la web y de libros, sobre el estado fisiológico del animal y sus diferentes categorías realizando una tabla con la información recolectada con el nombre " Estimación del animal " que se puede observar en la Tabla 4.

**c) Configuración de hoja de formulación de dietas**

Este método se basó en la programación lineal, que se utiliza para maximizar utilidades o producción de una empresa o para minimizar costos, que constan de restricciones, las cuales están sujetas a la función objetivo.

- Como primer paso se activó Solver y a su vez se realizó el primer proceso.
- En el segundo paso nos dirigimos al menú herramientas, donde debemos observar si aparece el comando Solver; porque si este no aparece se deberá instalar como complemento (en el cuadro de dialogo Complementos, se seleccionó la casilla de verificación Solver). Si no aparece en la lista del cuadro de diálogo complementos, se tendrá que hacer clic en Examinar y localizar la unidad, la carpeta y el nombre de archivo Solver.xla que habitualmente está ubicado en la carpeta Macros/ Solver, o se ejecuta el programa de instalación. Este paso se lo puede apreciar en Figura 1A.

**d) Programación condicionada con complemento Solver**

Solver es un complemento de Microsoft Excel y a su vez es una herramienta muy útil que ayuda a resolver y optimizar ecuaciones mediante el uso de métodos numéricos. Se calcularon los puntos óptimos de máximas ganancias y costos mínimos, rendimiento, producción, entre otros, todo esto en

dependencia en la variable que se está evaluando, en este caso los costos. Con solver se puede buscar el valor óptimo para cada una de las celdas, las celdas objetivas.

#### e) **Elaboración de Platilla de formulación**

Se creó una plantilla con todos los datos de las muestras bromatológicas de las materias primas existentes en la provincia de Santa Elena, que aportan nutrientes necesarios para la alimentación del ganado caprino.

Se asignó un rango de celdas para que Solver ejecute la solución del modelo que este es la proporción de cada uno de los alimentos de las raciones. Por este motivo, es indispensable asignar celdas que se puedan asociar con facilidad las columnas en las que se definieron las actividades del modelo de la plantilla.

- Se escribió la fórmula de la función objetivo, correspondió al precio unitario de la dieta; por costo unitario de la ración se entenderá al valor obtenido por cada kilogramo de materia seca entregado a cada animal para su alimentación, que a su vez se calcula como la sumatoria del producto de las proporciones de cada alimento.
- La función objetivo de nuestro modelo puede calcularse de la siguiente manera:  
=SUMAPRODUCTO(\$B\$10:\$B\$16;E10:E16)  
=SUMAPRODUCTO (rango de dimensiones de materias primas, rango de coeficiente de unción objetivo).

Con respecto a las restricciones, solver permite agregar condiciones que permiten hacer cálculos y que ese valor este dentro del rango permitido de los requerimientos nutricionales de los caprinos (energía metabolizable, proteína, calcio, fosforo y fibra) y además conocer el máximo y mínimo de la dieta según la etapa de producción. De igual forma se agregaron mínimo y máximo para los valores de inclusión de las materias primas, para que el aporte de estas este en función de los criterios del formulador.

#### **f) Procesamiento de datos**

- Se transformó el contenido nutricional de porcentajes a kilogramo de nutriente.
- Se realizó cálculos para la determinación de consumo de materia seca, mediante la fórmula del NRC 2007 (Elizondo, 2008).
- Cálculos de relación concentrado forraje.
- Enlaces de restricciones utilizadas para solver, para la formulación al mínimo costo.
- Grabación de Macro para el automatizado de solver.

#### **2.5 Tipo de investigación**

El presente trabajo es de investigación de tipo Descriptivo. La investigación descriptiva está siempre en la base de la explicativa, en este tipo de investigación no pueden formularse hipótesis casual, si no se ha puntualizado el principal problema (Jiménez, 2008).

## **CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El presente trabajo describe un modelo de programación lineal, para formular dietas al mínimo costo para ganado caprino productor de carne. El modelo explora combinaciones de materias primas que se encuentran en la provincia, a un menor costo y que a su vez cumpla con los requerimientos de energía metabolizable, proteína, fibra, calcio, fósforo, para los diferentes estados de mantenimiento o fisiológico de los animales.

### **3.1 Base de datos de materias primas que contienen la composición nutricional para la utilización en la alimentación de caprinos**

Se seleccionaron materias primas que aporten nutricionalmente a las cabras y cumplan con sus requerimientos, con lo que se elaboró una base de datos (Tabla 3). Chachapoya (2014) concuerda que para la elaboración de dietas se debe considerar que las materias primas deben estar disponibles en los mercados y a su vez con precios accesibles. Entre las materias primas con mayor demanda por su alto contenido nutricional se encuentran: el maíz, sorgo, torta de soya y trigo; la constante variación de los precios de estas materias primas van a determinar el costo que tentra la dieta o balanceado.

Shimada (2007) afirma que para la elaboración de una dieta se debe identificar las materias primas según su composición, forraje y alimentos secos, ensilados, pastos, suplementos proteicos y aditivos. La información nutricional de las materias primas, se la puede obtener de dos maneras: por medio de análisis bromatológicos o a partir de valores tabulados de investigación científica o empresas, lo que también concuerda con Araya (2010) que menciona que el valor nutritivo de las materias primas se los obtiene por medio de análisis bromatológicos.

**Tabla 3.** Base de datos de materias primas que contienen la composición nutricional para la utilización en la alimentación de caprinos

<b>Materias primas</b>	<b>E. met.</b> <b>Mcal/kg</b>	<b>Proteína</b> <b>%</b>	<b>Fc</b> <b>%</b>	<b>Ca</b> <b>%</b>	<b>P</b> <b>%</b>	<b>PRECIO</b> <b>\$/kg</b>
Aceite de palma	6.2	0	0	0	0	0.92
Arroz pulido	2.93	7.5	1	0.04	0.1	0.50
Banano fresco	0.65	1.2	1.1	0.15	0.02	0.38
Carbonato de calcio	0	0		38.6	0.01	0.08
Cascara de maní	0.54	8.46	63.63	0.31	0.05	0.70
Cascarilla de arroz	0.28	2.8	0.7	0.09	0.08	0.0027
Concentrado de soya	0	65.6		0.28	0.77	33
Conchilla de ostras	0	0	0	37.2	0.03	0.12
Estiércol de ponedora	0.71	11.48	5.52	4.44	0.81	0.11
Grano de trigo	3.07	14.5	2.6	0.05	0.38	0.22
Harina de hueso	0.66	23.75	1.24	22.8	11.4	2.05
Harina pez	2.85	65	1	5.5	3	0.57
Hoja de yuca	0.42	3.68	3.52	0.14	0.1	1.05
Maíz nacional	2.9	7.5	2.3	0.03	0.25	0.23
Melaza de caña	2.05	4	2	0.64	0.09	0.25
Panca de arroz	1.16	3.15	32	0.26	0.05	0.23
Panca de maíz	1.09	4.8	29.6	0.31	0.03	0.18
Panca de trigo	1.20	3.7	36	0.3	0.07	0.12
Semilla de Algodón	3.00	20.04	25.4	0.11	0.53	0.65
Torta de palmiste	2.75	15.9	19	0.27	0.58	0.8
Torta de soya	2.95	45	6.2	0.35	0.72	0.77
Trigo	2.85	10.2	2.6	0.05	0.3	0.4
Urea	0	276	0	0	0	0.35

E.met: energía metabolizable

Mcal: mega calorías

Kg: kilogramos

Fc.: fibra cruda

Ca: calcio

P: fósforo

### 3.2 Estimación del animal en actividad moderada y según etapa fisiológica.

Se separó a los caprinos por categorías y estados fisiológicos: cabras en crecimiento, gestación y lactancia, conforme a las diferentes actividades que se muestran en la Tabla 4: actividad moderada, intensa y estabulación. Araya (2010) menciona que para la

estimación de las necesidades nutricionales de los caprinos en sus diferentes categorías y en sus diferentes estados fisiológicos es necesario tener conocimiento de la cantidad de alimento que el caprino es capaz de consumir diariamente, por lo que se considera el peso vivo en kg.

Por medio de esta clasificación se proporciona alimento, para lograr cumplir con los requerimientos nutricionales, lo que concuerda con la investigación realizada por De la Rosa (2011), al indicar que las funciones biológicas y productivas que desemeñan los caprinos influye sobre los requerimientos nutricionales, considerando los kilogramos de peso vivo, conjuntamente con los requerimientos adicionales por gestación, lactancia y crecimiento, estos se agrupan a los componentes de los alimentos cuantificados (racionados).

**Tabla 4.** Estimación del caprino en actividad moderada y según etapa fisiológica.

Animal tipo	Código	Peso	GDP/ lt	Energía M.	Proteína	Fibra	Ca	P
Cabra Crecimiento	101	10		0.86	3.3	11	0.1	0.07
	201	20	0.2	1.44	5.5	11	0.2	0.14
	301	30	0.3	1.95	7.4	12	0.3	0.21
	401	40	0.4	2.42	9.3	12	0.4	0.28
	501	50	0.5	3.22	11.14	13	0.5	0.28
	601	60	0.6	3.64	12.74	14	0.6	0.42
	701	70	10	4.4	14.38	14	0.7	0.49
	801	80	15	5.14	16.02	15	0.8	0.56
Gestación	402	30	0.47	4.16	17.5	12	0.6	0.42
	502	40	0.56	4.64	19.34	13	0.7	0.56
	602	50	0.66	5.06	20.94	13	0.8	0.56
	702	60	0.71	5.82	22.58	14	0.9	0.63
	802	70	0.75	6.56	24.22	15	1	0.7
	902	80	0.88	5.86	25.2	15	0.9	0.63
Lactancia	403	20	0.44	1.21	6.4	12	0.2	0.14
	503	30	0.51	1.23	6.8	14	0.2	0.14
	603	40	0.62	1.25	7.2	13	0.3	0.21
	703	50	0.67	1.26	7.2	14	0.3	0.21
	803	60	0.70	1.29	7.2	13	0.3	0.21
	903	70	0.72	1.31	7.2	15	0.3	0.21

GDP/lit: ganancia de peso y ganancia de leche litros

Energía M: energía metabolizable

Ca: calcio

P: fósforo

### 3.2 Estimación del animal en actividad intensa y según etapa fisiológica.

Según Araya (2010), en los sistemas de producción caprina intensiva, los animales se manejan en condición de estabulación permanente y estos son alimentados con mezclas de diferentes ingredientes. Esta situación se diferencia con los sistemas extensivos ya que estos están basados en el pastoreo, donde los animales son los encargados de conseguir sus alimentos, cuyo valor nutritivo de la alimentación va a depender en la disponibilidad y concentración de nutrientes contenidos en los diferentes pastizales, y en la habilidad de los animales para obtener los nutrientes, de estos componentes vegetales, estos datos se lo puede apreciar en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Estimación del caprino en actividad intensa y según etapa fisiológica

Animal tipo	Código	Peso	GDP/lt	Energía M.	Proteína	Fibra	Ca	P
Cabra Crecimiento	104	10		1	3.8	10	0.2	0.14
	204	20	0.2	1.68	6.4	12	0.2	0.14
	304	30	0.3	2.28	8.7	12	0.3	0.21
	404	40	0.4	2.82	10.8	13	0.4	0.28
	504	50	0.5	3.7	12.8	14	0.6	0.35
	604	60	0.6	4.19	14.6	15	0.7	0.49
	704	70	10	5.01	16.5	15	0.7	0.49
	804	80	15	5.82	18.2	15	0.9	0.63
Gestación	405	30	0.22	4.24	19	12	0.6	0.42
	505	40	0.33	4.7	21	13	0.7	0.49
	605	50	0.45	5.1	22.8	13	0.8	0.56
	705	60	0.53	5.48	24.7	14	0.8	0.52
	805	70	0.61	5.86	26.4	15	0.9	0.63
	905	80	0.68	6.24	28	16	1	0.7
Lactancia	406	20	0.62	1.2	5.9	13	0.2	0.14
	506	30	0.63	1.23	6.8	14	0.2	0.14
	606	40	0.73	1.25	7.2	13	0.3	0.21
	706	50	0.78	1.26	7.7	15	0.3	0.21
	806	60	0.82	1.28	8.2	15	0.3	0.21
	906	70	0.89	1.29	8.6	16	0.3	0.21

### 3.3 Estimación del animal en actividad estabulada y según etapa fisiológica.

Se consideró las necesidades del caprino para cumplir sus requerimientos nutricionales, el peso vivo, la función fisiológica gestación, lactancia, crecimiento, estos datos se los puede analizar en la Tabla 6. Los requerimientos nutricionales van en relación con las necesidades diarias de energía, proteína, elementos minerales y vitaminas demandados por animales (Araya, 2010). Otras estimaciones de requerimientos nutricionales para ganado caprino pueden consultarse en las publicaciones de Shimada (2007)

Según los datos expuestos por Altamirano *et al.* (2013), el sistema estabulado representa el 100% de la alimentación, en el cual además de algún forraje o rastrojo, se usa el maíz, sales minerales y alimento balanceado para satisfacer las necesidades del animal según el estado fisiológico del animal.

**Tabla 6.** Estimación del animal en actividad estabulada y según etapa fisiológica.

Animal tipo	Código	Peso	GDP/lt	Energía M.	Proteína	Fibra	Ca	P
Cabra Crecimiento	107	10		0.57	2.2	10	0.1	0.07
	207	20	0.2	0.96	3.8	12	0.1	0.14
	307	30	0.3	1.3	5.1	12	0.2	0.14
	407	40	0.4	1.61	6.3	13	0.2	0.21
	507	50	0.5	2.27	7.5	14	0.4	0.35
	607	60	0.6	2.55	8.6	15	0.4	0.35
	707	70	1.0	3.17	9.6	15	0.5	0.42
	807	80	1.5	2.71	10.6	15	0.6	0.42
Gestación	408	40	0.35	3.03	14.5	13	0.4	0.28
	508	50	0.39	3.33	15.7	14	0.5	0.35
	608	60	0.48	3.61	16.8	13	0.5	0.35
	708	70	0.53	3.87	17.8	15	0.6	0.42
	808	80	0.55	4.13	18.8	15	0.6	0.42
	908	90	0.60	4.38	19.8	18	0.6	0.42
Lactancia	409	20	0.55	1.61	6.3	13	0.2	0.14
	509	30	0.62	1.91	7.5	14	0.3	0.21
	609	40	0.70	2.19	8.6	13	0.3	0.21
	709	50	0.72	2.45	9.6	15	0.4	0.28
	809	60	1.80	2.71	10.6	18	0.4	0.28
	909	70	1.00	2.96	11.6	19	0.4	0.28

### 3.3 Elección de los caprinos para formulación

#### 3.3.1 Caprinos en crecimiento

La plantilla de elección en etapa de crecimiento consideró un caprino código 101 con un peso de 10 kg de peso vivo y consumo de 1 kg de materia seca por día obtendrá una ganancia de peso de 0.1 kg, como muestra la Tabla 7. Estos resultados concuerdan con los valores de peso inicial y ganancia de peso en la etapa de crecimiento obtenidos por Chacón (2015) al reportar que con pesos de caprinos de 10 kg, 15 kg y 20 obtuvo 0.1 kg/día, 0.2 kg/día y 0.3kg/ día, respectivamente.

**Tabla 7.** Caprino en crecimiento

<b>Animal Tipo</b>	
Código	<b>101</b>
Caprino	10 kg PV
Consumo	1 kg MS/día
Ganancia de peso	0.1 Kg

#### 3.3.2 Caprinos en gestación

En la Tabla 8 se muestra un caprino en estado de gestación con un peso de 30 kg de peso vivo, con un consumo de 3 kg de materia seca por día y con una ganancia de leche de 0.44 litros. Al respecto, Trujillo (2015) manifiesta que los requerimientos nutricionales en la etapa de gestación de las cabras es de 5.84 megacalorías de energía metabolizable y 272 de proteína total.

González (2017) menciona que durante las últimas 6 semanas de gestación, se produce un crecimiento exponencial del 70% de crecimiento del feto y sus necesidades nutricionales, por lo que el animal requiere alimentos nutritivos adicionales; sin embargo, es recomendable suplementar con concentrados energéticos y proteicos, ya que la capacidad del rumen, está disminuida en un 50% por el tamaño del feto, y se coincide con Contreras y Salvatierra (2017), al mencionar que los requerimientos nutricionales en la gestación son todas aquellas necesidades nutritivas, que intervienen

en el desarrollo normal del feto, y que experimentalmente se ha determinado que el último tercio de preñez, el feto incrementa su desarrollo en un 70%.

**Tabla 8.** Caprino en gestación

<b>Animal Tipo</b>	
Código	<b>403</b>
Caprino	30 kg PV
Consumo	3 kg MS/día
Ganancia de leche	0.44 kg

Kg: kilogramo

Ms: materia seca

PV: precio

### **3.3.3 Caprinos en lactancia**

En la plantilla se eligió el código 406, un animal lactante con un peso de 20 kg de peso vivo, consumo de 2 kg de materia seca por día y una ganancia de peso de 0.62 kilogramos.

**Tabla 9.** Selección del caprino lactante

<b>Animal Tipo</b>	
Código	406
Caprino	20 kg PV
Consumo	2 kg MS/día
Ganancia de leche	0.62 kg

## **3.4 Resultados de las plantillas de formulación creadas en Solver**

En las Tablas 10, 11 y 12 se pueden apreciar las plantillas de formulaciones que están diseñadas para cumplir con los requerimientos nutricionales. En esta plantilla se colocó las necesidades máximas y mínimas que tolera el animal, y se le agregó restricciones con el objetivo precio, para minimizar los costos del balanceado. Al respecto, Chachapoya (2014) señala que solver sirve para maximizar la producción o utilidades,

o bien para minimizar los costos de la formulación de raciones y que constan de restricciones, las cuales están sujetas con la función objetivo.

Núñez (2017) menciona que la alimentación que se les proporciona a los animales en los sistemas de producción pecuaria, representan cerca del 60 al 70% del costo de producción, por lo que es indispensable trabajar en la reducción de las mismas, y se concuerda con Durhanthon (2009) quien asegura que las materias primas que se utilizan en la formulación de una dieta constituye un 70 - 85%, lo que equivale para el productor un 60 - 70% del costo de producción.

Con las plantillas de formulación se obtuvieron dietas: para caprinos gestantes una ración de 0.24 centavos el kilogramo (Tabla 11); dieta para caprinos lactantes con valor de 0.27 centavos (Tabla 12) y la dieta para caprinos en crecimiento con un precio de 0.18 centavos el kilo (Tabla 10), precios accesibles para el productor, y que cumplen con los requerimientos nutricionales que el animal necesita. Agripac (2021) es una empresa que se encarga de la comercialización de todo tipo de balanceados para diferentes tipos de animales, donde el balanceado para vaca marca Alcon ganado lechero 14% y tiene un precio de 0.45 centavos el kilo, siendo este un rubro más elevado para el productor.

Según las plantillas de formulaciones de dietas en las diferentes etapas, la de lactancia y crecimiento son las que obtuvieron los valores más elevados, debido a que en estas etapas los animales requieren de mayor valor nutricional, puesto que la cabra está produciendo leche y se encuentra en su hato de desarrollo y necesita una exigencia mayor en comparación con las otras etapas, lo que concuerda con Giofferedo y Petryna (2010) al mencionar que las exigencias nutricionales son mayores en la etapa de crecimiento, final de gestación y lactancia para mantener un nivel de producción adecuado.

**Tabla 10.** Plantilla de formulación para caprinos en crecimiento.

<b>Animal Tipo</b>		
Código	<b>101</b>	
Caprino	10	kg PV
Consumo	1	kgMs/día
Ganancia de peso	0.1	kg

<b>Materias Primas</b>	<b>Kg Día</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Energía metabolizable</b>	<b>Proteína Total (%)</b>	<b>Fibra Cruda (%)</b>	<b>Calcio (%)</b>	<b>Fósforo (%)</b>	<b>Precio (\$/kg)</b>
Cebada	0.074	0.3	0.11	2.80	31.5	9.9	0.35	0.80	0.24
Alfalfa en rama	0.851			1.20	3.7	36	0.30	0.07	0.12
Moringa	0.003			3.67	23.82	16.8	3.14	0.00	0.20
Maíz	0.244			2.90	7.5	2.3	0.03	0.25	0.24
Urea	0.000			0.00	287	0	0.00	0.00	0.35
Peso	1.1733								
	<b>Necesidades mínimas</b>			0.84	2.9	21	0.098	0.069	
	<b>Necesidades Máximas</b>			0.86	3.3	31	0.1	0.07	
									<b>Precio US \$</b>
				1.95	7.40	32.00	0.30	0.18	<b>0.18</b>

**Tabla 11.** Plantilla de formulación para caprinos gestantes.

<b>Animal Tipo</b>									
Código	<b>403</b>								
Caprino	30	kg PV							
Consumo	3	kg MS/día							
Ganancia de peso	0.44	kg							
<b>Materias Primas</b>	<b>Kg Día</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Energía metabolizable</b>	<b>Proteína Total (%)</b>	<b>Fibra Cruda (%)</b>	<b>Calcio (%)</b>	<b>Fósforo (%)</b>	<b>Precio (\$/kg)</b>
Alfalfa en rama	0.074	0.3	0.11	2.80	31.5	9.9	0.35	0.80	0.12
Pasto saboya	0.851			1.20	10.12	36	0.30	0.07	0.20
Semilla algarrobo				1.78	4.5	2.4	0.40	0.07	0.80
Ensilaje de maíz ilusión	0.003			3.67	23.82	16.8	0.31	0.18	0.18
Melaza caña	0.244			2.90	7.5	2.3	0.03	0.07	0.25
Carbonato cálcico	0.000			0.00	287	0	0.00	0.00	0.08
<b>Peso</b>	1.17332								
	<b>Necesidades mínimas</b>			0.84	2.9	21	0.098	0.069	
	<b>Necesidades Máximas</b>			0.86	3.3	31	0.1	0.07	
									<b>Precio US \$</b>
				1.95	7.40	32.00	0.30	0.18	<b>0.24</b>

**Tabla 12.** Plantilla de formulación para caprinos lactantes.

<b>Animal Tipo</b>									
Código	<b>406</b>								
Caprino	20	Kg PV							
Consumo	2	KgMs/día							
Ganancia de peso	0.62	kg							
<b>Materias Primas</b>	<b>Kg Día</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Energía metabolizable</b>	<b>Proteína Total (%)</b>	<b>Fibra Cruda (%)</b>	<b>Calcio (%)</b>	<b>Fósforo (%)</b>	<b>Precio (\$/kg)</b>
Alfalfa	0.074	0.3	0.11	2.80	31.5	9.9	0.35	0.80	0.12
Harina de soja	0.032			2.80	44	5.9	0.29	0.61	0.35
Pasto saboya	0.851			1.20	10.12	36	0.30	0.07	0.20
Maíz	0.232			1.78	4.5	2.4	0.40	0.07	0.23
Urea	0.003			0.00	287	0	0.00	0.00	0.35
Melaza caña	0.111			2.06	4.3	2.3	0.03	0.07	0.25
<b>Peso</b>	1.17332								
	<b>Necesidades mínimas</b>			0.84	2.9	21	0.098	0.069	
	<b>Necesidades Máximas</b>			0.86	3.3	31	0.1	0.07	
									<b>Precio US \$</b>
				1.95	7.40	32.00	0.30	0.18	<b>0.27</b>

## **Conclusiones y recomendaciones**

### ***Conclusiones***

Con los resultados de análisis patrocinados por el proyecto de Mejoramiento de la producción caprina de la UPSE, más información científica y libros especializados, se creó una base de datos de las materias primas de la provincia y el país, con los respectivos aportes nutricionales (energía metabolizable, proteína, fibra cruda, calcio y fósforo) necesarios para la formulación, considerando además el precio y el fácil acceso para el productor.

Se diseñó la plantilla de solver y como ejemplos se formularon 3 dietas para diferentes categorías caprinas, en la etapa de crecimiento, gestante y lactante, que cumplen con los requerimientos nutricionales de los caprinos, lo que permite aceptar la hipótesis planteada.

### ***Recomendaciones***

- Ampliar la base de datos de materias primas de la zona y del país para que la plantilla sea más completa y sea más útil para los productores.
- Usar este método de programación lineal frecuentemente para realizar dietas al mínimo costo y que cumplan con los requerimientos nutricionales que el animal necesite.
- Tomar en cuenta las actualizaciones de los precios de las diferentes materias primas, por las variaciones, lo que podría cambiar el valor de las raciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agropedia (2018). “Cría de la cabra”. Perú, *Agrotendencia*, pp. 3. Available at: <https://agrotendencia.tv/agropedia/la-cria-de-la-cabra/>

Consultado: 12/04/2021.

Altamirano, J., Martínez, E., Muñoz, R. y Santoyo, V. (2013). Lecciones de proyecto caprino a través del programa estratégico de seguridad alimentaria en Guerrero, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 10(2), pp. 177-193.

Agripac (2021). *Red agropecuaria*

<https://agripac.com.ec/division/ganado-alimento-balanceado-salud-animal/>

Consultado: 20/03/2021.

Avalos, R., y Chávez, M., 2008. *Guía para el manejo de rebaños caprinos en baja california sur*. Centro de investigación regional del noroeste campo experimental todos santos. Inifap, México.

Bach J., Fernández C. y Terre M., 2010. *Necesidades nutricionales para: rumiantes de recría* FEDNA, Madrid.

Bacilio, B. (2015). *Estudio socioeconómico de la ganadería caprina (capra hircus) en la zona norte de la parroquia Colonche, cantón Santa Elena*. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Bauza, R. (2012) *Bioenergética*. Uruguay. Facultad de agronomía. Universidad de la República de Uruguay.

Bedoya, O., Rosero, R., y Posada, S. (2012). *Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes*. Universidad Unilasallista. Colombia.

Camacho, O. (2018). *Caracterización fenotípica de la cabra criolla y su sistema de producción, en la parroquia Mangahurco del cantón Zapotillo*. Universidad Nacional de Loja.

Caravaca R. (2006). *Sistemas de producción animal*. E.U.I.T.A. Sevilla. Editorial Acribia. Madrid, España, p. 212.

Castellaro, G. G.y R. Araya. (2010) Formulación de raciones para caprinos. *En: Azócar, P. (Ed.) Producción Caprina de Carne, Leche, Pelo y Piel"*. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. Capítulo 7. pp. 225-258.

Chachapoya, D. (2014) *Producción de alimentos balanceados en una planta procesadora en el Cantón Cevallos*. Pregrado. Facultad de ingeniería química y agroindustria. Escuela politécnica nacional.

Contreras, C. y Salvatierra M., 2017. *Manual de producción caprina*. Instituto de investigaciones agropecuarias. Instituto de desarrollo agropecuario. Santiago, Chile.

Cruz, M. (2019) *Capacidad de uso de las tierras del centro de producción y prácticas Río Verde*. Pregrado. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Cruz, O. (2015) *Estudio socioeconómico de la ganadería caprina (capra hircus) en siete comunas de la parroquia Chanduy, Cantón Santa Elena*. Tesis. Facultad de ciencias agrarias carrera de ingeniería en administración de empresas Agropecuarias y Agronegocios. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

De la Rosa, S. (2011). *Manual de producción caprina*. .Formosa, p 90.

Durhanthon, B. (2009). *Optimizar la compra de materias primas: Formulación global como estratégica y economía*. Revista avicultura ecuatoriana, p. 12, 14

Elizondo, J. (2008). Requerimientos nutricionales de cabras lecheras. II. Proteína metabolizable. *Agronomía Mesoamericana*. 19. 10.15517.

Espejo, R. (2011). 'Sistemas tradicionales y adopción de tecnología en comunidades productora de caprinos. Diagnóstico y estrategias de acción'. *Temas sociales*, (31), pp. 157-181.

Gómez A., y Morales I., (2015) *Efecto de dos tipos de alimentos: Comercial y experimental (Melaza + Harina de maíz + Harina de soya) sobre el crecimiento de juveniles de tilapia Oreochromis niloticus en condiciones experimentales*. Tesis. Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León.

González, V. y Tapia, M., 2017. *Manual de manejo ovino*. Instituto de investigaciones agropecuarias. Instituto de desarrollo agropecuario. Santiago, Chile.

Gioffredo, J. y Petryna, A. (2010) *Caprinos: generalidades, nutrición, reproducción e instalaciones*. Cátedra. Facultad de agronomía y veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto.

Heredia, C. (2014) *Oportunidades de internacionalización que tiene un hato ganadero productor de carne en el mercado canadiense*. Pregrado. Facultad de agro negocios internacionales. Universidad del Rosario.

INATEC, 2016. *Manual del protagonista nutrición animal*.

Lodoño, D., y Boada, A. (2017). *Enseñanza con el uso directo de las TIC. Potencialidades del solver (Microsoft Excel) para la enseñanza de programación lineal y modelos de transporte*. Universidad Nacional Autónoma de México.

López, C. (2013) *Aplicación del Excel para la formulación de raciones en ganado vacuno lechero*. Tesis. Facultad de ingeniería agraria, industrias alimentarias e ingeniería ambiental, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

López, C., Tello, I., Ramos, C. y Manrique, W. (2016). Aplicación del excel para la formulación de raciones en ganado vacuno lechero e importancia de indicadores al momento de formular una ración, *Big Bang Faustiniiano*, 5(1). doi: 10.51431/bbf.v5i1.106.

López, M. (2006) *Caracterización de la producción caprina en san José de la peña, san Luis potosí y evaluación productiva de la suplementación nitrogenada con bloques*. Maestría. Facultad de ciencias químicas, ingeniería y medicina, Universidad autónoma de san Luis Potosí.

Lorell, K. (2017). *Etapas de la gestación en las cabras*.

Martínez, J. (2011). Ganadería ovino-caprina en el marco del programa de desarrollo rural en baja California. *Universidad y Ciencia*, 27(3), pp. 331- 334.

May, C. (2019) *Diagnóstico productivo y económico de unidades de manejo y conservación de pecarí de collar (pecarí tajacu) en Yucatán, Conkal*. Yucatán, México, pp. 4.

Menoscal, A. (2020) *La actividad ganadera caprina y su incidencia en el desarrollo económico de los habitantes de la parroquia Membrillal del Cantón Jipijapa*. Pregrado. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Mero, J. (2018) *Estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de producción estabulado para ganado caprino en la comuna San Marcos, provincia de Santa Elena*. Pregrado. Facultad de ciencias agrarias carrera de Agropecuaria, Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Moreira, K. y Solís, A. (2021) *Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de maíz (Zea mays l.) "ilusión CPR" en Río Verde*. Pregrado. Facultad de ciencias agrarias carrera de Agropecuaria, Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Noguera, R., Posada, S., y Ortiz, D. (2011). Programación lineal aplicada a la formulación de raciones para rumiantes. *CES Medicina Veterinaria y zootecnia*, pp. 53-60.

Núñez, O. (2017). Los costos de la alimentación en la producción pecuaria. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 4(2), 93-94. Nutrición y alimentación de las cabras. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España.

Ocampo, M. (2015) *Producción de un pienso balanceado destinado a la alimentación del cuy a partir de Sunchu (Viguiniera Lanceonata)*. Pregrado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Omara S., (2016). *Nutrición y alimentación de las cabras*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España.

Ortega, S., y Vizquete, M., (2012). *Costos de producción, comercialización y rentabilidad del ganado vacuno de carne, parroquia Guarangada y su relación con la economía del cantón La Mana, provincia de Cotopaxi*. Pregrado. Facultad de Ciencias Administrativas y Humanísticas, Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná, Ecuador, pp. 23

Paz, R., Rodríguez, R., González, V., Lipshitz. (2011). Producción económica en una pequeña explotación lechera caprina: hacia un diseño alternativo de desarrollo rural. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina. *Sitio argentino de Producción Animal*. [www.alpa.org.ve/ojs/index/php](http://www.alpa.org.ve/ojs/index/php)

Rendón, J y Villacres, J. (2020). *Evaluación de dietas alimenticias sobre el rendimiento productivo de ganado bovino de carne en la comuna Las Balsas*. Pregrado. Facultad de ciencias agrarias Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Reyes, G. (2015) *Caracterización de los sistemas de producción caprina de la*

*parroquia Manglaralto, provincia Santa Elena. Pregrado. Facultad de ciencias agrarias carrera de ingeniería en administración de empresas Agropecuarias y Agronegocios. Universidad Estatal Península de Santa Elena.*

Roig, C. (2011) *Alimentación del ganado caprino. Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).*

Ron, C. (2021) “Manejo de caprinos: parte 2”, *Mundo agropecuario*, pp. 2. <https://mundoagropecuario.com/manejo-de-cabras-parte-2/>

Rullan, F. (2018) “Cabritos” *Agro industrial de campo.*

Salazar, A. (2007). Requerimientos nutricionales de las cabras lecheras. I. Energía metabolizable. *Agronomía Meso-americana* 19(1): 115-122.

Saldaña, E. (2013) *Formulación de una dieta de mínimo costo por medio de sustitución de ingredientes tradicionales en aves ponedoras Hy-line Brown, Unidad Avícola, Zamorano.* Tesis. Facultad de administración de agro negocios. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.

Shimada, A., 2007. *Nutrición Animal* Segunda edición, México: Trillas

Suazo, E. (2011) *Análisis, diseño e implementación de sistema de formulación de raciones y análisis de sensibilidad para insumos de animales de granja.* Tesis. Facultad de ciencias e ingeniería .Universidad Católica del Perú.

Tabí, S. (2017) *Formulación de una dieta de costo mínimo para alimentación de cerdos incluyendo los insumos no convencionales suero y ariche.* Tesis. Facultad de administración de agronegocios. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.

Trujillo, A. (2015) *Manejo nutricional de la cabra desde la monta hasta el parto.*

Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.

Villacres, J. Ortega, L., and Chávez, D. (2017). Caracterización de los sistemas de producción caprinos, en la provincia de Santa Elena. *Revista Científica Y Tecnológica UPSE*, 4(2). <https://doi.org/10.26423/rctu.v4i2.268>.

Webb, E. (2014). Goat meat production, composition, and quality. *Small Ruminant Research* 60 (2005) 153–166.

Yépez, V. (2018) *Comportamiento agronómico de la piña, (Ananas comosus L.) Variedad perolera , en cuatro distancias de siembra, en el centro de producción y prácticas, Río Verde, de la Upse, en el Cantón santa Elena*. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

# ANEXOS

# ANEXOS

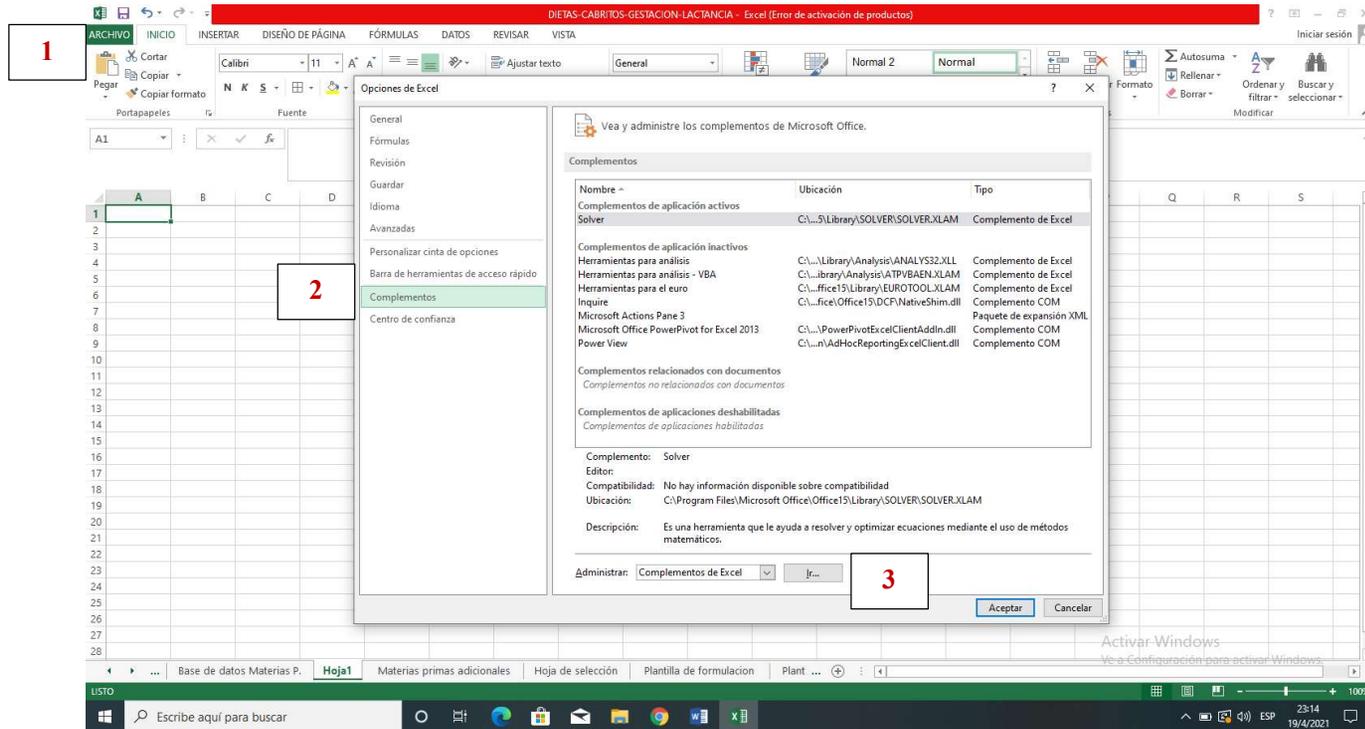


Figura 1A. Activación de solver al menú principal.

RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	ING. ARACELI SOLIS	Número Muestra:	421
		Fecha Ingreso:	24/09/2019
Tipo muestra:	MORINGA	Impreso:	06/10/2019
Identificación:	M0019	Fecha entrega:	08/10/2019

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	84,40	3,72	1,20	2,05	2,62	6,02
Seca		23,82	7,69	13,13	16,80	38,56

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca



Dra. Luz María Martínez  
LABORATORISTA  
AGROLAB

Figura 2A. Análisis bromatológico de la moninga en base seca

RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	ING. ARACELI SOLIS	Número Muestra:	425
		Fecha Ingreso:	23/12/2019
Tipo muestra:	Ensilaje maíz ilusión CPR	Impreso:	04/01/2020
Identificación:	N1	Fecha entrega:	06/01/2020

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	81,46	1,52	0,78	2,46	6,27	7,51
Seca		8,19	4,21	13,29	33,80	40,51

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca



Dra. Luz María Martínez  
LABORATORISTA  
AGROLAB

Figura 3A. Análisis bromatológico del maíz ilusión en base seca.

**RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	ING. ARACELI SOLÍS	Número Muestra:	425-436
Tipo muestra:	Varias	Fecha Ingreso:	23/12/2019
Identificación:		Impreso:	04/01/2020
		Fecha entrega:	06/01/2020

Ensilaje maíz Ilusión CPR ( 23/12/2019)						
N°Laboratorio	IDENTIFICACIÓN	FDN %	HEMICELULOSA	FDA %	CELULOSA	LDA %
425	N1	74,20	40,31	33,90	26,89	7,01
426	N2	73,65	39,08	34,57	27,79	6,78
427	N3	72,47	40,50	31,97	25,67	6,30

Ensilaje maíz Ilusión CPR ( 01/01/2020)						
N°Laboratorio	IDENTIFICACIÓN	FDN %	HEMICELULOSA	FDA %	CELULOSA	LDA %
428	N1	75,54	41,01	34,53	27,51	7,02
429	N2	73,15	39,87	33,28	26,39	6,89
430	N3	74,86	39,52	35,35	28,58	6,77

Ensilaje maíz Ilusión CPR ( 13/01/2020)						
N°Laboratorio	IDENTIFICACIÓN	FDN %	HEMICELULOSA	FDA %	CELULOSA	LDA %
431	N1	68,45	37,46	30,99	23,76	7,23
432	N2	72,52	40,18	32,35	25,82	6,53
433	N3	68,56	37,31	31,25	23,98	7,27

Pasto Zuri ( 14/01/2020)						
N°Laboratorio	IDENTIFICACIÓN	FDN %	HEMICELULOSA	FDA %	CELULOSA	LDA %
434	N1	76,05	40,92	35,12	28,08	7,04
435	N2	79,09	40,74	38,34	29,99	8,35
436	N3	77,37	40,64	36,76	29,27	7,49



Dra. Luz María Martínez

Figura 4A. Análisis bromatológico de pasto zuri en base seco.

**RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	ING. ARACELI SOLIS	Número Muestra:	422
Tipo muestra:	PASTO MARANDÚ	Fecha Ingreso:	12/11/2019
Identificación:		Impreso:	24/11/2019
		Fecha entrega:	26/11/2019

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	79,56	2,87	0,71	2,24	7,46	7,16
Seca		14,02	3,46	10,97	36,50	35,05

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca



Dra. Luz María Martínez

Figura 5A. Análisis bromatológico del pasto marandú



RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	ING. ARACELI SOLIS	Número Muestra:	6817
		Fecha Ingreso:	10/01/2020
Tipo muestra:	Pasto Setarea	Impreso:	22/01/2020
Identificación:	T2	Fecha entrega:	24/01/2020

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	67,61	4,96	0,94	4,00	11,40	11,09
Seca		15,31	2,90	12,36	35,20	34,23

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca

  
 Dra. Luz María Martínez  
 LABORATORISTA  
 AGROLAB

Figura 6A. Análisis bromatológico del pasto Setanea en base seca.



RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	ING. ARACELI SOLIS	Número Muestra:	419
		Fecha Ingreso:	24/09/2019
Tipo muestra:	LEUCAENA	Impreso:	08/10/2019
Identificación:	M0018	Fecha entrega:	08/10/2019

BASE	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	67,24	8,10	1,69	2,53	7,96	12,48
Seca		24,72	5,17	7,71	24,30	38,10

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca

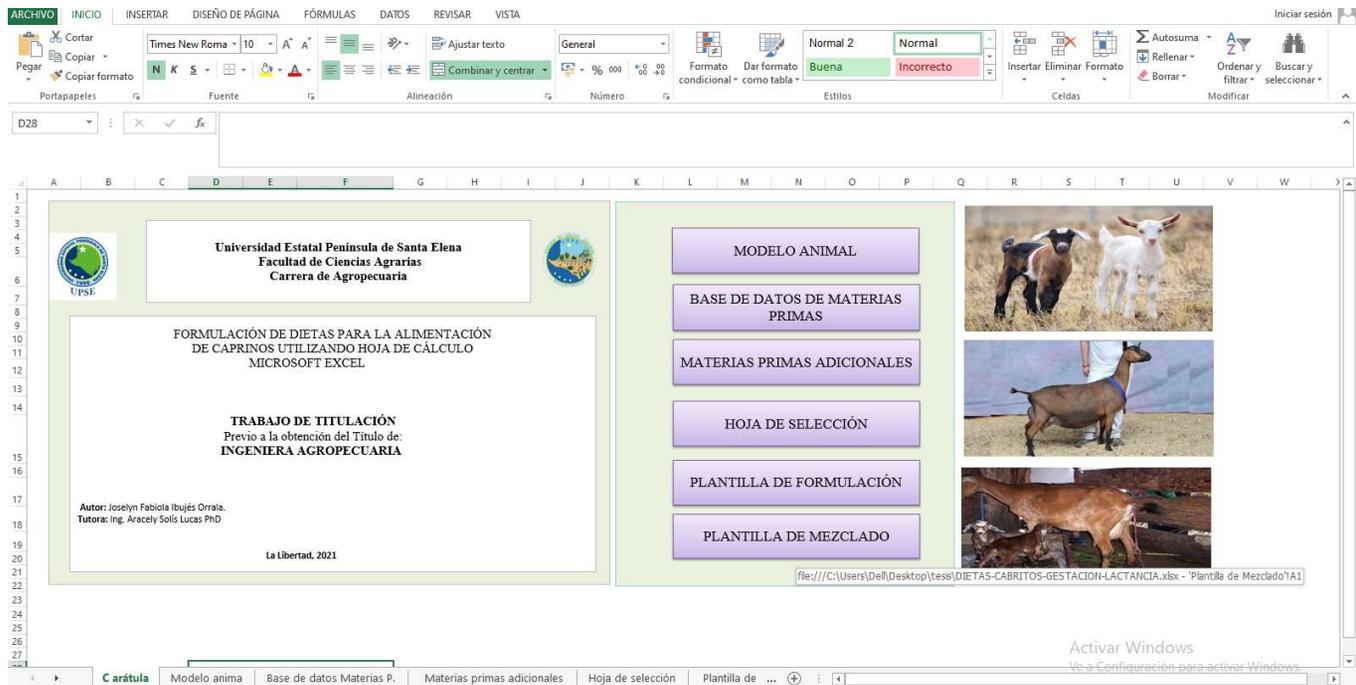
  
 Dra. Luz María Martínez  
 LABORATORISTA  
 AGROLAB

Figura 7A. Análisis bromatológico de Leucaena en base seca

Microsoft Excel interface showing a spreadsheet with nutritional data for various raw materials. The spreadsheet is titled 'tablas2011\_cambios' and is on 'Hoja1'.

	B	C	E	F	H	I	J	W	X	AC	AD	AE	AF	AL	AUM	AUN	AUO	AUP	AUQ	AUR	AUS	AUT	AUU	AUV	AU
1	Materia Prima	HUMEDAD	PB	EE	FB	FND	FAD	Ca	P	Na	Cl	Mg	K	Vit. E											
2		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)											
3	ARROZ PULIDO	12.8	7.5	1.2	1.0	2.7	1.2	0.04	0.10	0.02	0.03	0.08	0.12	4.0											
4	Pasto saboya	0.0	10.1	2.2	10.5			0.25	0.13																
5	AVENA	10.0	8.7	4.9	12.6	31.4	17.4	0.08	0.33	0.02	0.08	0.12	0.36	13.0											
6	AVENA DECORTICADA	11.5	14.0	6.9	3.4	10.2	4.8	0.08	0.38	0.03	0.08	0.11	0.37	15.0											
7	CEBADA 2C 11.3 PB	9.8	11.3	2.0	4.5	17.0	6.3	0.06	0.36	0.02	0.12	0.10	0.40	20.0											
8	CEBADA 2C 9.6 PB	10.7	9.6	1.8	4.7	17.0	5.3	0.06	0.32	0.02	0.12	0.10	0.40	20.0											
9	CENTENO NACIONAL	10.8	8.7	1.3	2.2	13.6	3.8	0.04	0.30	0.02	0.03	0.09	0.40	15.0											
10	MAIZ NACIONAL	13.8	7.5	3.6	2.3	7.9	3.0	0.03	0.25	0.01	0.05	0.10	0.29	21.0											
11	MAIZ FRANCES	13.8	7.7	3.8	2.2	7.8	2.7	0.02	0.27	0.01	0.05	0.12	0.35	15.0											
12	MAIZ USA	13.8	7.9	3.5	2.3	8.8	2.9	0.02	0.27	0.01	0.05	0.12	0.35	10.0											
13	MAIZ RICO EN ACEITE	13.8	8.4	6.4	2.4	8.8	2.9	0.02	0.28	0.01	0.05	0.10	0.29	25.0											
14	SORGO BLANCO	13.0	8.9	2.7	2.1	8.0	3.8	0.02	0.30	0.01	0.09	0.15	0.35	10.0											
15	TRIGO BLANDO 11.2 PB	11.4	11.2	1.8	2.8	11.0	3.7	0.05	0.30	0.02	0.08	0.11	0.32	16.0											
16	TRIGO BLANDO 10.2 PB	11.4	10.2	1.6	2.6	11.0	3.4	0.05	0.30	0.02	0.08	0.11	0.32	14.0											
17	TRIGO INGLES BLANDO	13.0	10.2	1.6	2.3	10.3	3.1	0.04	0.30	0.02	0.09	0.14	0.40	14.0											
18	TRIGO DURO	10.0	13.8	2.0	2.9	11.9	3.9	0.04	0.36	0.03	0.05	0.13	0.42	20.0											
19	TRITICALE	10.5	10.7	1.5	2.3	12.4	3.3	0.05	0.34	0.01	0.06	0.12	0.42	15.0											
20	ARROZ TRATADO CALOR	12.8	7.5	1.0	1.0	2.5	1.2	0.04	0.10	0.02	0.03	0.08	0.12	4.0											
21	MAIZ TRATADO CALOR	13.8	7.5	3.6	2.3	7.9	3.0	0.03	0.25	0.01	0.05	0.10	0.29	21.0											
22	SORGO TRATADO CALOR	13.0	8.9	2.7	2.1	8.0	3.8	0.02	0.30	0.01	0.09	0.15	0.35	10.0											
215	L-LISINA 50	46.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.07	0.00											
216	SULFATO DE L-LISINA	5.0	75.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00											
217	L-TREONINA	0.7	72.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.05	0.20	0.00	0.05	0.00											
218	L-TRIPTOFANO	0.6	85.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.20	0.00											
219	L-VALINA	1.5	74.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.00	0.00	0.05	0.00	0.20	0.00											
220	L-ARGININA	1.0	196.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00											
221	L-ISOLEUCINA	1.0	88.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00											
222	L-HISTIDINA	1.0	125.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00											
223	ALMIDON 96	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00											

Figura 8A. Base de datos de las materias primas con sus valores nutricionales.



**Figura 9A.** Pantalla de inicio del Excel con sus respectivos botones.

Animal tipo	Código	Peso	GDP/ litros	Energía Metabolizable	Proteína	Fibra	Calcio	Fósforo
<b>Actividad moderada</b>								
	<b>Cabra Crecimiento</b>							
	101	10	0.1	0.86	3.3	11	0.1	0.07
	201	20	0.2	1.44	5.5	11	0.2	0.14
	301	30	0.3	1.95	7.4	12	0.3	0.21
	401	40	0.4	2.42	9.3	12	0.4	0.28
	501	50	0.5	3.22	11.14	13	0.5	0.28
	601	60	0.6	3.64	12.74	14	0.6	0.42
	701	70	10	4.4	14.38	14	0.7	0.49
801	80	15	5.14	16.02	15	0.8	0.56	
<b>Gestación</b>								
	402	30	0.47	4.16	17.5	12	0.6	0.42
	502	40	0.56	4.64	19.34	13	0.7	0.56
	602	50	0.66	5.06	20.94	13	0.8	0.56
	702	60	0.71	5.82	22.58	14	0.9	0.63
	802	70	0.75	6.56	24.22	15	1	0.7
	902	80	0.88	5.86	25.2	15	0.9	0.63
<b>Lactancia</b>								
	403	20	0.44	1.21	6.4	12	0.2	0.14
	503	30	0.51	1.23	6.8	14	0.2	0.14
	603	40	0.62	1.25	7.2	13	0.3	0.21
	703	50	0.67	1.26	7.2	14	0.3	0.21
	803	60	0.7	1.29	7.2	13	0.3	0.21
	903	70	0.72	1.31	7.2	15	0.3	0.21
<b>Actividad intensa</b>								
<b>Cabra Crecimiento</b>								
	104	10		1	3.8	10	0.2	0.14
	204	20	0.2	1.68	6.4	12	0.2	0.14
	304	30	0.3	2.28	8.7	12	0.3	0.21
	404	40	0.4	2.82	10.8	13	0.4	0.28
	504	50	0.5	3.7	12.8	14	0.6	0.35
	604	60	0.6	4.19	14.6	15	0.7	0.49
	704	70	10	5.01	16.5	15	0.7	0.49
	804	80	15	5.82	18.2	15	0.9	0.63
<b>Gestación</b>								
	405	30	0.22	4.24	19	12	0.6	0.42
	505	40	0.33	4.7	21	13	0.7	0.49
	605	59	0.45	5.1	22.8	13	0.8	0.56
	705	60	0.53	5.48	24.7	14	0.8	0.52
	805	70	0.61	5.86	26.4	15	0.9	0.63
	905	80	0.68	6.24	28	16	1	0.7
<b>Lactancia</b>								
	406	20	0.62	1.2	5.9	13	0.2	0.14
	506	30	0.63	1.23	6.8	14	0.2	0.14
	606	40	0.73	1.25	7.2	13	0.3	0.21
	706	50	0.78	1.26	7.7	15	0.3	0.21
	806	60	0.82	1.28	8.2	15	0.3	0.21
	906	70	0.89	1.29	8.6	16	0.3	0.21
<b>Actividad Estabulación</b>								
<b>Cabra Crecimiento</b>								
	107	10		0.57	2.2	10	0.1	0.07
	207	20	0.2	0.96	3.8	12	0.1	0.07
	307	30	0.3	1.3	5.1	12	0.2	0.14
	407	40	0.4	1.61	6.3	13	0.2	0.14
	507	50	0.5	2.27	7.5	14	0.4	0.21
	607	60	0.6	2.55	8.6	15	0.4	0.35
	707	70	10	3.17	9.6	15	0.5	0.35
	807	80	15	2.71	10.6	15	0.6	0.42
<b>Gestación</b>								
	408	30	0.35	3.03	14.5	13	0.4	0.28
	508	40	0.39	3.33	15.7	14	0.5	0.35
	608	50	0.48	3.61	16.8	13	0.5	0.35
	708	60	0.53	3.87	17.8	15	0.6	0.42
	808	70	0.55	4.13	18.8	15	0.6	0.42
	908	80	0.6	4.38	19.8	18	0.6	0.42
<b>Lactancia</b>								
	409	20	0.55	1.61	6.3	13	0.2	0.14
	509	30	0.62	1.91	7.5	14	0.3	0.21
	609	40	0.7	2.19	8.6	13	0.3	0.21
	709	50	0.72	2.45	9.6	15	0.4	0.28
	809	60	0.8	2.71	10.6	18	0.4	0.28
	909	70	1	2.96	11.6	19	0.4	0.28

**Figura 10A** Plantilla 'Modelo animal' donde los animales se encuentran separado según su actividad y etapa

**Figura 11A.** Plantilla de formulación de dietas para caprinos en crecimiento

<b>Materias Primas</b>	<b>Kg Día</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Energía metabolizable</b>	<b>Proteína Total (%)</b>	<b>Fibra Cruda (%)</b>	<b>Ca (%)</b>	<b>P(%)</b>	<b>Precio (\$/kg)</b>
<b>CEBADA</b>	0.074	0.3	0.11	2.80	31.5	9.9	0.35	0.80	0.24
<b>ALFALFA EN RAMA</b>	0.851			1.20	3.7	36	0.30	0.07	0.12
<b>MORINGA</b>	0.003			3.67	23.82	16.8	3.14	0.00	0.20
<b>MAIZ</b>	0.244			2.90	7.5	2.3	0.03	0.25	0.24
<b>UREA</b>	0.000			0.00	287	0	0.00	0.00	0.35
<b>Peso</b>	1.1733								
	<b>Necesidades mínimas</b>			0.84	2.9	21	0.098	0.069	
	<b>Necesidades Máximas</b>			0.86	3.3	31	0.1	0.07	
									<b>Precio</b>
				1.95	7.40	32.00	0.30	0.18	<b>0.18</b>

**Figura 12A.** Plantilla de formulación de dietas para caprinos gestantes.

<b>Materias Primas</b>	<b>Kg Día</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Energía metabolizable</b>	<b>Proteína Total (%)</b>	<b>Fibra Cruda (%)</b>	<b>Ca (%)</b>	<b>P(%)</b>	<b>Precio (\$/kg)</b>
<b>Alfalfa en rama</b>	0.074	0.3	0.11	2.80	31.5	9.9	0.35	0.80	0.12
<b>Pasto saboya</b>	0.851			1.20	10.12	36	0.30	0.07	0.20
<b>Semilla algarrobo</b>				1.78	4.5	2.4	0.40	0.07	0.80
<b>Ensilaje de maíz ilusión</b>	0.003			3.67	23.82	16.8	0.31	0.18	0.18
<b>Melaza caña</b>	0.244			2.90	7.5	2.3	0.03	0.07	0.25
<b>Carbonato calcico</b>	0.000			0.00	287	0	0.00	0.00	0.08
<b>Peso</b>	1.17332								
	<b>Necesidades mínimas</b>		0.84	2.9	21	0.098	0.069		
	<b>Necesidades Máximas</b>		0.86	3.3	31	0.1	0.07		
				1.95	7.40	32.00	0.30	0.18	<b>Precio 0.24</b>

**Figura 13A.** Plantilla de formulación de dietas para caprinos lactantes.

<b>Materias Primas</b>	<b>Kg Día</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Energía metabolizable</b>	<b>Proteína Total (%)</b>	<b>Fibra Cruda (%)</b>	<b>Ca (%)</b>	<b>P(%)</b>	<b>Precio (\$/kg)</b>
<b>ALFALFA EN RAMA</b>	0.074	0.3	0.11	2.80	31.5	9.9	0.35	0.80	0.12
<b>HNA.SOJA</b>	0.032			2.80	44	5.9	0.29	0.61	0.35
<b>PASTO SABOYA</b>	0.851			1.20	10.12	36	0.30	0.07	0.20
<b>MAIZ</b>	0.232			1.78	4.5	2.4	0.40	0.07	0.23
<b>UREA</b>	0.003			0.00	287	0	0.00	0.00	0.35
<b>MELAZA CAÑA</b>	0.111			2.06	4.3	2.3	0.03	0.07	0.25
<b>Peso</b>	1.17332								
	<b>Necesidades mínimas</b>			0.84	2.9	21	0.098	0.069	
	<b>Necesidades Máximas</b>			0.86	3.3	31	0.1	0.07	
				1.95	7.40	32.00	0.30	0.18	<b>Precio 0.27</b>

DIETAS- CABRITOS- GESTACION- LACTANCIA - Excel (Error de activación de productos)

ARCHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA

Calibri 11 A+ A- Ajustar texto General Normal 2 Buena

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos

Nombre de la Dieta	Cabra Lactancia
Código	603
Cantidad a Preparar	500
Unidad	kilos
Fecha	16/4/2021

INICIO 

Ingredientes	Unidad	Cantidad	Porcentaje
TORTA PALMISTE PRESIO	kilos	118.89	23.78
PAJA DE CEREALES	kilos	192.55	38.51
PASTO SABOYA	kilos	156.07	31.21
MELAZA CAÑA	kilos	32.49	6.50
MAIZ NACIONAL	kilos	0.00	0.00
HNA.SOJA 44	kilos	0.00	0.00
UREA	kilos	0.00	0.00
Total a Preparar		500.00	100.00

Materias primas adicionales Hoja de selección Plantilla de formulacion **Plantilla de Mezclado**

**Figura 14A.** Plantilla de mezclado y selección.



**Figura 15A.** Diseño del solver.