

*Universidad Autónoma de Guadalajara.*

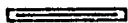
*Incorporada a la Universidad Autónoma de México.*

*Facultad de Ciencias Químicas.*

*Jorrajés Concentrados  
para Ganado Lechero.*



*Anteproyecto.*



*Fesis que presenta*

*José M. Uruñuela Salcedo.*

*Para obtener el Título de Ingeniero Químico.*

*Guadalajara, Jal., Enero de 1946.*



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## PARTE I

# Clasificación de los alimentos para el ganado lechero.

Toda aquella substancia que pueda ser utilizada para reponer o reparar las pérdidas que el organismo sufre, y que suministra la energía indispensable para la conservación de la vida recibe el nombre de **alimento**.

Los alimentos usados en la alimentación del ganado lechero se dividen en dos grandes grupos: Alimentos concentrados y alimentos Voluminosos o de Lastre.

**Concentrados:**— Se considera dentro de esta categoría a todos aquellos alimentos que en general tienen bajos % de fibra y altos % en nutrientes digestibles totales. El total de nutrientes digestibles representa la suma de proteínas digestibles, hidratos de carbono digestibles y grasas digest.

Estas últimas multiplicadas por el factor 2.25 por tener un rendimiento en calorías 2.25 veces mayor que los otros como se explicará al hablar de los valores energéticos de los alimentos.

La principal utilidad de los concentrados es la de compensar las deficiencias nutritivas de las raciones. A estas raciones compensadas se les llama: "Raciones Balanceadas".

Los concentrados a su vez se subdividen en: Granos, semillas y derivados.

**Granos y Semillas:**— Son los más ampliamente utilizados en la alimentación del ganado lechero, siendo la base para la preparación adecuada de las raciones balanceadas. Las familias más usadas son las de las Gramíneas y las Leguminosas, entre las primeras como más importantes tenemos: el maíz, trigo, arroz, avena,

etc. Entre las Leguminosas están: el frijol, ajonjolí, linaza, garbanzo, etc.

**Derivados:**— Se dividen en: Harinas y Residuos industriales vegetales.

**Harinas:**— Generalmente antes de proceder a la molienda de las semillas para la fabricación de harinas, son seleccionados los granos enteros, separando los quebrados y al mismo tiempo las semillas de otra naturaleza junto con toda clase de impurezas; este conjunto de semillas variadas e impurezas reducido a polvo constituye las harinas usadas para la alimentación del ganado, siendo su composición química muy variada.

**Residuos Industriales Vegetales:**— Bajo este nombre quedan comprendidos todos aquellos residuos obtenidos en la fabricación de algunos productos industriales como el del almidón, aceite, azúcar, cerveza, etc.

**Residuos de la fabricación del almidón:**— Los residuos obtenidos son muy acuosos (60 a 80 % de humedad), si se les dejara en esta forma pronto entrarían en putrefacción, por este motivo las fábricas de almidón desecan sus residuos que de esta manera se conservan durante mucho tiempo. La riqueza en materia seca que contienen y su proporción en proteína son siempre elevadas, siendo en general excelentes alimentos para el ganado.

En Productos de Maíz. S. A. de esta ciudad se fabrica un alimento con esta clase de residuos, conocido con el nombre de "Forraje Azteca" Este forraje es el producto obtenido en el tratamiento del maíz por un procedimiento especial en el que se separa la cascarrilla con algo de almidón, esto es mezclado después con el gluten o sustancias proteicas contenidas en el grano, llevando además gormen del maíz con algo de aceite.

Un análisis detallado de este forraje se encontrará en la parte dedicada a los análisis de los mismos.

**Residuos de la fabricación del azúcar:**— El residuo más importante de esta clase de fábricas es la melaza, o sea el jugo residual que se produce durante la fabricación del azúcar.

La composición media de las mieles es según Henry y Morrison la siguiente:

AGUA	CENIZAS	PROTEINAS CRUDAS	AZUCARES
25.7 %	6.1 %	3.2 %	65.0 %

Según la anterior composición el 50 % de las mieles está formado por azúcares; de la proteína cruda mas o menos la séptima parte es proteína verdadera; las cenizas están formadas por cloruros, fosfatos, carbonatos, sulfatos y silicatos de Na, K, Ca, Mg, Fe, etc.

Los coeficientes de digestibilidad de los componentes de la melaza según el mismo autor son los siguientes:

MATERIA SECA	PROTEINA CRUDA	EXTRACTO NO NITROGENADO
78 %	32 %	90 %

Del anterior estudio de su composición se infiere que la melaza se puede utilizar como sustituto de los granos de contenido proteico bajo, tales como el maíz, la avena, la cebada, etc.

Debido a la proporción bastante elevada de sales de potasa que contiene la miel residual, tiene una acción purgativa sobre los animales por lo cual no puede substituir totalmente a la proporción de grano en una ración, debiendo administrarse en pequeñas dosis que para el ganado lechero tiene como límites entre 1.0 a 1.5 Kgms. diarios aproximadamente. No se administra pura sino que se diluye con agua caliente y se mezcla con otros alimentos de escaso valor alimenticio, como paja, salvado, etc. Logrando con esto que los animales consuman mejor los forrajes de lastre poco apetecibles; también puede administrarse con los concentrados.

Puede decirse que el valor de las mieles como forraje está dado por su alto contenido en azúcares.

La melaza dado su estado físico ofrece algunas dificultades para su transporte de los Ingenios a los lugares de consumo, además cuando no se envasa convenientemente puede fermentarse, de aquí que la manera más práctica de evitar estas dificultades en su transporte, conservación y almacenamiento sea mezclarla en el mismo ingenio con diversos forrajes de lastre o concentrados. Con lo anterior se consigue además desnaturalizar la melaza obteniendo con esto un gran beneficio económico, siendo de mayor garantía esta desnaturalización cuantos más caros sean los demás componentes de la mezcla y menor sea la proporción en ella de miel. En la parte dedicada a las raciones balanceadas se dan varios

ejemplos de mezclas de forrajes o concentrados con miel. Una vez preparadas estas mezclas se prensan pudiendo darles formas y tamaños variados que tienen consistencia bastante dura y que para utilizarlos es necesario remojarlas durante 15 horas antes de ser suministradas al ganado; en algunas partes los bloks son mejor molidos evitándose con eso el remojo previo.

Además de los residuos mencionados existen otros muchos que sería interminable estudiar, como los residuos de cervecera, de coco, cacahuete, etc.

Sus composiciones químicas se encontrarán en la tabla dedicada a los análisis de los forrajes en las que he puesto los que me han parecido de mayor importancia y de mayor consumo en la ciudad de Guadalajara.

**Alimentos de Lastre o Voluminosos:—** A esta categoría pertenecen en general los henos, pajas y forrajes verdes que en sus análisis dan resultados altos en su contenido de fibra y por consiguiente bajos en nutrientes digestibles totales. Son los más abundantes y baratos, de aquí que sean los que se consumen en mayor cantidad. Su % en digestibilidad es bajo debido a la gran cantidad de fibra cruda que contienen.

Se subdividen en: Forrajes, raíces, de silo, frutos, etc. Entre todas estas la de mayor importancia para el presente trabajo es la de los forrajes y es por lo tanto la que he tratado con mayores detalles.

**Forrajes:—** Muchos consideran bajo este nombre en general a todos los alimentos dados al ganado, otros comprenden en este nombre a los vegetales que bajo diferentes formas se utilizan en la alimentación del ganado, considerándolo yo de esta última manera en el presente estudio.

Pueden dividirse en: Forrajes verdes y forrajes secos.

**Forrajes verdes:—** A este grupo pertenecen las plantas de cultivo y los pastos naturales utilizables en la alimentación del ganado y que son suministradas en estado verde a los animales.

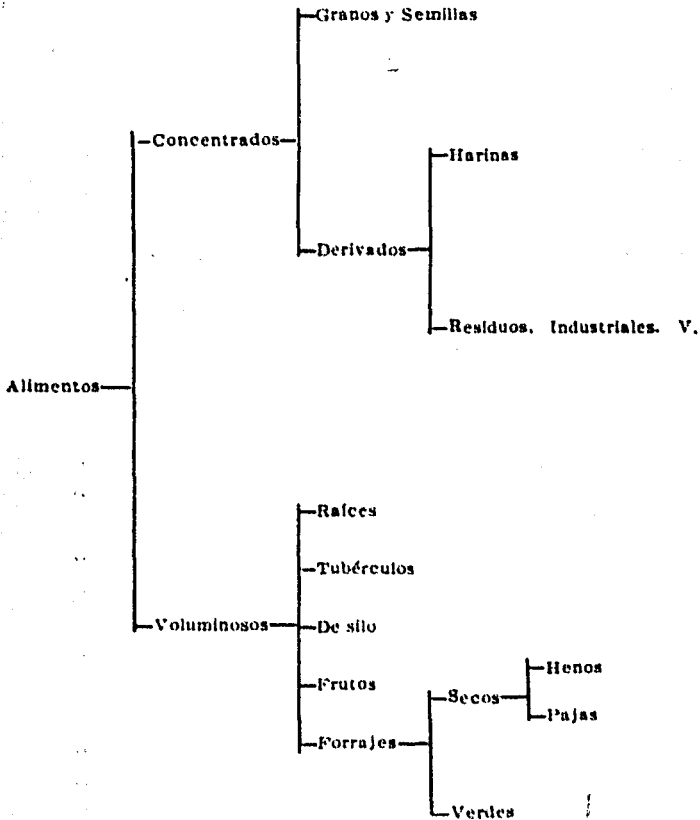
En nuestro medio la alfalfa es entre los forrajes verdes la número uno por su alto contenido en proteína.

**Forrajes secos:—** Los vegetales que para su conservación después de segados son secados bajo diversas condiciones, son conocidos con el nombre de forrajes secos, siendo las dos clases principales: los henos y las pajas.

**Henos:**— Hierbas segadas y secas empleadas en la manutención del ganado, pudiendo dividirse en henos leguminosos y no leguminosos según los vegetales de donde provengan.

**Pajas:**— Son conocidas con el nombre de pajas las cañas de algunas gramíneas, secadas y separadas del grano, entre las principales tenemos: las de trigo, cebada, avena, centeno, etc.

Pongo a continuación un cuadro clasificador de los alimentos para el ganado que resume todo lo anterior.



**Alimentos en existencia actual.**

Los forrajes y concentrados que están en existencia son más o menos los siguientes: Ajonjolí—pasta; alfalfa verde y achicalada;

arroz—grano y salvado; cacahuete—pasta; cebada; cebada verde; coco—pasta; col; frijol; garbanzo; haba; harinolina; linaza; maguey; maíz-gluten, olote, salvado, silo, grano, residuos industriales; nopal; remolacha; trébol; trigo—grano, salvado, residuos industriales; diversas clases de zacates: Bermuda, elefante, pará, de Guinea, etc. y otros muchos más conocidos perfectamente por nuestros ganaderos y que no considero necesario seguir nombrando.

Actualmente los alimentos más empleados (según datos que me fueron enviados por la Secretaría de Agricultura y Fomento Dirección General de Ganadería) son los siguientes: Alfalfa verde y achicalada; rastrojo seco de maíz; salvado pasta de cacahuete; pasta de linaza; pasta de coco (copra); remolacha forrajera; cebada triturada; harinolina y diversos concentrados amparados por patente industrial.

### Costo actual de los principales alimentos.

ALIMENTOS	Precio por tonelada.
Ajonjolí — pasta.	\$ 320.
Alfalfa verde.	" 55.
Alfalfa achicalada.	" 240.
Cacahuete — pasta.	" 320.
Cebada forrajera.	" 260.
Cebada — paja.	" 140.
Coco — pasta.	" 320.
Forraje Azteca seco.	" 225.
Forraje Azteca húmedo.	" 90.
Garbanzo.	" 350.
Garbanzo — paja.	" 160.
Harinolina.	" 320.
Linaza — pasta.	" 320.
Maíz — grano.	" 300.
Maíz — rastrojo seco.	" 8.
Mascarrote.	" 195.
Trigo — grano.	" 400.
Trigo — paja.	" 80.
Miel (melaza)	" 80.



El mayor o menor consumo de un alimento (forraje o concentrado) dependerá de su facilidad de cultivo y por consecuencia de su abundancia en el lugar de que se trate, pues se podrán adquirir dichos alimentos a precios generalmente bajos; a su vez la clase de terrenos es en muchos casos el factor decisivo en la abundancia o escasez de determinadas clases de alimentos.

En muchos lugares se cuenta con medios muy escasos para poder dar la alimentación adecuada al ganado, viendose en la necesidad de alimentarlos deficientemente ó en la de transportar los alimentos apropiados de sus lugares de producción a los de consumo, siendo esto último en la mayoría de los casos incosteable por el gran aumento que sufren en sus precios los alimentos.

Por lo tanto todo aquel que proyecte dedicarse al negocio del ganado lechero y quiera trabajar racionalmente, debe empezar por buscar un lugar en el que abunden tanto los forrajes como los concentrados o cuando menos establecerse bastante cerca de donde los haya. En aquellas partes que los productos del ganado lechero tienen buenos precios llega a ser costeable transportar los alimentos necesarios para la alimentación adecuada. Existen alimentos (harinolina, mascarrote) que por obtenerse en muy pocos lugares de la república es necesario casi siempre su transporte a todas las demás partes en que se les necesita, siendo costeable su transporte por ser concentrados de muy buena calidad.

El suelo de la República Mexicana es muy fértil gracias a la gran variedad de relieve y de climas, sin embargo es exageradamente poca la cantidad de alimentos para el ganado con relación al ganado existente, siendo por lo tanto necesaria la importación en gran escala con perjuicio a los precios de los alimentos. Esta falta de desarrollo en la agricultura es debido a:

- 1.—Ausencia de un sistema completo de ferrocarriles que hagan rápidos y fáciles los transportes.
- 2.—Falta de brazos por la débil densidad de población, sobre todo en los Estados lejanos del centro.
- 3.—A que no se emplean, sino en muy pocos lugares procedimientos científicos y máquinas en el trabajo de los campos.
- 4.—Falta de obras de irrigación apropiadas, en las regiones poco favorecidas por las lluvias, o que tienen agua en exceso.

Además algunos de los estados que en la actualidad figuran con una producción débil o mediana, podrían igualarse con los

de abundante producción, si los cultivos se emprendieran en gran escala y con mayores cuidados.

Para remediar la situación se propone:

Dar toda clase de seguridades y facilidades a los agricultores.

Favorecer el riego.

Mejorar los procedimientos de cultivo.

Fomentar la enseñanza técnica entre los agricultores.

La República Mexicana tiene una superficie total de: 1,963,678 Km<sup>2</sup> los cuales se encuentran repartidos de la manera siguiente:

Tierras de labor.	7.5 %
Superficie Forestal.	13.0 %
Superficie de pastos.	34.0 %
Tierras improductivas.	10.0 %
Tierras incultas productivas.	2.0 %
Lo demás: Desiertos, ríos, lagos, ciudades etc.	33.0 %

La superficie del estado de Jalisco es de 80,683 Km<sup>2</sup>

La superficie cosechada es de: 4,993 Km.<sup>2</sup> o sea el 6.19 % aprox. de la superficie total.

Como dato adicional de interés pongo el total de cabezas de ganado vacuno existentes en la República.

Cabezas de ganado vacuno: 10,083,000.

### Calidad de alimentos.

**Concentrados:—** Clasificando las calidades de los concentrados con relación a su contenido en proteínas pueden formarse los siguientes grupos:

**Contenido bajo:—** Comprende concentrados que varían entre 8 % y 13% de proteínas tales como: Harina de mazorca, grano de maíz, cebada, avena, trigo.

**Contenido medio:—** Comprende entre el 15 y 18 % de proteínas como en general el salvado (16%)

**Contenido alto:—** Varía entre 20 y 30 %, comprende los siguientes :Pasta de coco, frijol, residuos de cervecoría, gluten de maíz y residuos de fábricas de almidón (Forraje Azteca)

**Contenido muy alto:—** Están comprendidos los concen-

de abundante producción, si los cultivos se emprendieran en gran escala y con mayores cuidados.

Para remediar la situación se propone:

Dar toda clase de seguridades y facilidades a los agricultores.

Favorecer el riego.

Mejorar los procedimientos de cultivo.

Fomentar la enseñanza técnica entre los agricultores.

La República Mexicana tiene una superficie total de: 1,963,678 Km<sup>2</sup> los cuales se encuentran repartidos de la manera siguiente:

Tierras de labor.	7.5 %
Superficie Forestal.	13.0 %
Superficie de pastos.	34.0 %
Tierras improductivas.	10.0 %
Tierras incultas productivas.	2.0 %
Lo demás: Desiertos, ríos, lagos, ciudades etc.	33.0 %

La superficie del estado de Jalisco es de 80,683 Km<sup>2</sup>

La superficie cosechada es de: 4,993 Km.<sup>2</sup> o sea el 6.19 % aprox. de la superficie total.

Como dato adicional de interés pongo el total de cabezas de ganado vacuno existentes en la República.

Cabezas de ganado vacuno: 10,083,000.

### Calidad de alimentos.

**Concentrados:**— Clasificando las calidades de los concentrados con relación a su contenido en proteínas pueden formarse los siguientes grupos:

**Contenido bajo:**— Comprende concentrados que varían entre 8 % y 13% de proteínas tales como: Harina de mazorca, grano de maíz, cebada, avena, trigo.

**Contenido medio:**— Comprende entre el 15 y 18 % de proteínas como en general el salvado (16%)

**Contenido alto:**— Varía entre 20 y 30 %, comprende los siguientes :Pasta de coco, frijol, residuos de cervecería, gluten de maíz y residuos de fábricas de almidón (Forraje Azteca)

**Contenido muy alto:**— Están comprendidos los concen-

trados con un contenido entre 37 y 42%, siendo los principales: Pasta de linaza y Harinolina (harina de algodón).

**Ferrajos:**- Como al alimentar las vacas lecheras los ferrajos voluminosos se suministran aparte de los concentrados, el contenido en proteínas de estos, será en relación con la calidad de aquellos tal como se indica en la tabla siguiente:

Clases de ferrajos.	Proteína. Total	P. Digestible
Henos no leguminosos, ensilados de maíz.	22 %	17 %
Ensilados de maíz, plantas verdes y heno que contenga más o menos 30 % de leguminosas henificadas.	18 %	14 %
Heno de trébol y ensilado de maíz	14 %	11 %
Heno de alfalfa y ensilado de maíz.	12 %	9.5 %

La calidad de los ferrajos también puede tomarse con relación a la pureza de los mismos, así por ejemplo con la alfalfa podemos considerar tres calidades:

	Alfalfa pura.	Otras hierbas..
Calidad A	90 %	10 %
Calidad B	80 %	20 %
Calidad C	40 %	60 %

### Conservación de alimentos.

Los ferrajos son sumamente sensibles a la humedad del ambiente que los rodea, pequeñas variaciones en la humedad relativa del aire, afectan considerablemente al contenido de agua del producto.

Si el local de almacenamiento carece de condiciones apropiadas, se pueden tener cambios en el % de humedad relativa del aire aún en un solo día, ocasionando con esto variaciones en el contenido de agua de los productos allí almacenados. Un ferraje guardado en un local cuyo ambiente corresponda a una humedad

en equilibrio más baja que la especificada comercialmente para el producto, sufrirá una pérdida de peso, pérdida que significa dinero puesto que el producto se pesa al salir al mercado. Por el contrario si el producto se almacena en un local cuyo ambiente corresponda a una humedad de equilibrio mayor que la especificada, se tendrá un aumento en el peso del producto debido al agua ganada, ocasionando reclamaciones por parte del comprador, por otra parte también se tiene el peligro de la descomposición de los productos por desarrollo bacteriano cuando la humedad es propicia a la vida de los gérmenes que comunmente atacan a los forrajes.

En estudios anteriores hechos por el Sr. Rafael Diaz Infante sobre la importancia del control de la humedad en el almacenamiento y transporte de los forrajes, encontró como promedios aceptables de la humedad relativa del aire los siguientes:

Para los meses de Octubre a Abril	55 %
Para los meses de Mayo a Septiembre	65 - 70 %

En dicho estudio se plotearon humedades relativas del aire ambiente en % contra humedades en % de forrajes de maíz obteniéndose una curva; con esta curva que representa las humedades de equilibrio a diferentes condiciones se pueden encontrar las diferentes humedades que debe de tener el aire ambiente a fin de que no haya cambio de peso en los productos durante el tiempo que duren almacenados.

Con la gráfica encontramos que se necesita un % de humedad relativa del aire de 70% a fin de conservar los forrajes con una humedad de 10 - 11 % que es la especificación normal.

La curva fué hecha en especial para forrajes de maíz (forraje azteca).

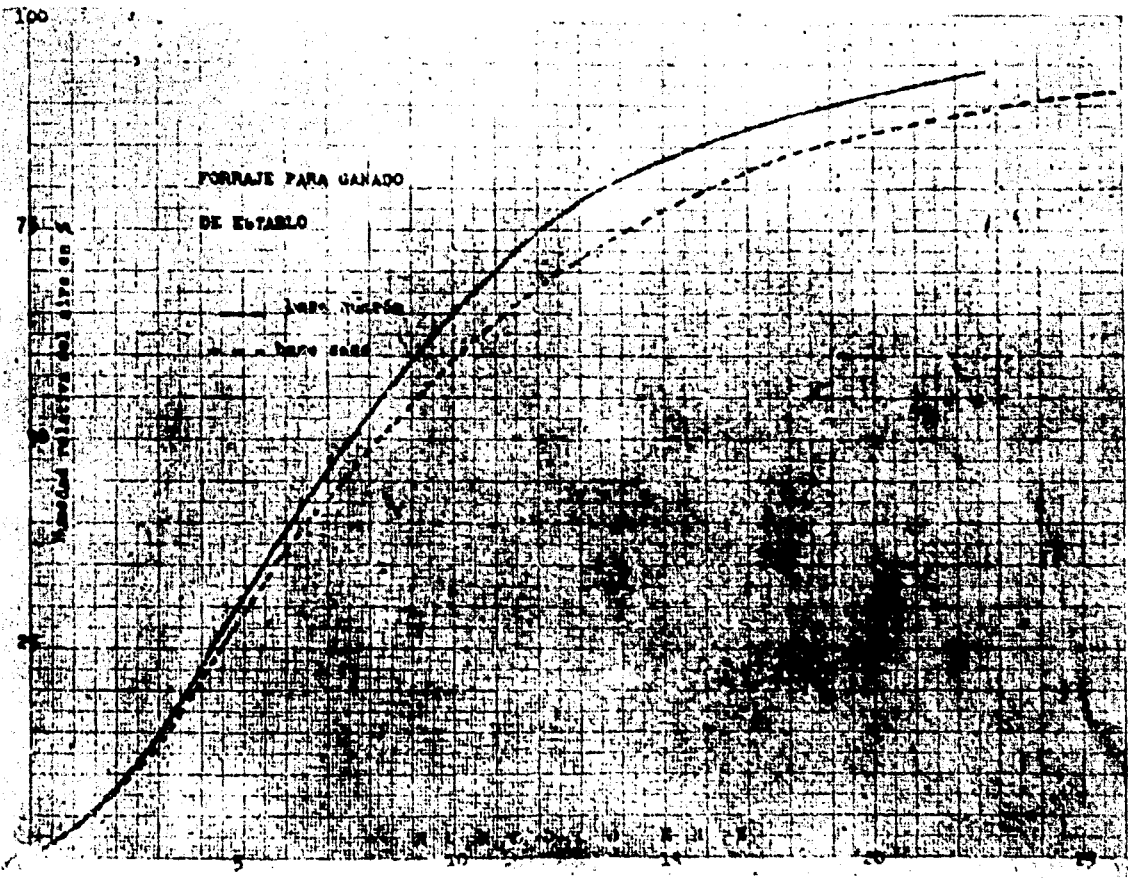
De octubre a abril se tiene más o menos prácticamente un aire cuya humedad relativa corresponde a un ambiente más seco que el necesario para los forrajes, esto ocasionaría una pérdida de 1 a 2 % en peso pero es posible evitarlo secando durante el proceso de fabricación hasta 11 a 12 % de humedad.

En el resto del año (mayo a septiembre) prácticamente se tiene la humedad necesaria de equilibrio para 10 % de humedad en los forrajes de maíz.

En la página siguiente se encontrará la gráfica de que hemos hablado.



QUÍMICA



## Conservación de forrajes verdes.

La vida del forraje verde una vez segado es muy corta, hay necesidad de fermentarlo o secarlo bajo diversas condiciones con mira de conservarlo para el tiempo en que escasean.

La desecación y la fermentación son pues los procedimientos más usados para la conservación de los forrajes.

El primero se usa en aquellas partes de mucho sol.

El segundo en aquellas de clima lluvioso.

**Conservación por fermentación:**- El principal procedimiento es el llamado "Ensilaje".

Por forrajes de silo se conocen aquellos que se guardan y someten a determinados tratamientos para que conserven su verdor y succulencia durante bastante tiempo con el fin de utilizarlos en los períodos de sequía y en tiempo de invierno que es cuando los forrajes verdes escasean.

Cuando ciertos forrajes verdes son puestos en masa compacta dentro de un silo los siguientes cambios característicos tienen lugar convirtiendo a los forrajes verdes en forrajes ensilados: Las células vegetales de las hierbas ensiladas continúan respirando utilizando para esto el oxígeno del aire que pueda haber quedado dentro de la masa de forrajes y al mismo tiempo se van asfixiando lentamente con el CO<sub>2</sub> que desprenden. En unas 5 horas generalmente se habrá acabado todo el oxígeno; cosa favorable ya que con esto se evita el desarrollo de mohos que no pueden vivir en ausencia de oxígeno y que causarían la descomposición de los forrajes. Las condiciones hasta aquí presentes en los ensilados favorecen enormemente el desarrollo de bacterias anaeróbicas o ácidas que atacan a los azúcares del forraje verde produciendo ácidos orgánicos siendo los que se forman principalmente: el ácido láctico, algo de ácido acético, algo de butírico y pequeñas cantidades de alcohol. Esta gran formación de ácidos es el cambio de mayor importancia producido durante el proceso del ensilado, ya que la acidez evita el desarrollo de bacterias no deseables como las que causan la putrefacción.

Cuando la acidez ha alcanzado cierto grado, la fermentación anaeróbica o ácida se va moderando y finalmente prácticamente cesa; esta fermentación termina en un período de seis a ocho semanas pudiendo entonces ya ser utilizado el forraje.



Es de suma importancia el no permitir ninguna entrada de aire al interior del silo pues cuando esto acontece los mohos de la putrefacción se podrán desarrollar, destruirán los ácidos formados y causarán la putrefacción y corrompimiento de los forrajes ya que se producen gran cantidad de bacterias putrefactas.

Aunque los azúcares son los principales compuestos sobre los que actúan las bacterias en las fermentaciones ácidas, el almidón y las pentosas pueden ser también atacadas en parte, sin embargo la cantidad de ácido producida en el ensilado depende en su mayor parte del % de azúcares que contenga el forraje, si tiene muy alto contenido en azúcar como en el caso del maíz que no está maduro se formará mucho ácido resultando un ensilado de sabor y olor desagradable que rechazarán los animales. Para evitarlo se pueden poner en el silo capas de forraje picado alternadas con capas delgadas de sal común, impidiendo así una fermentación o acidez muy marcada. Además cuando hay demasiada acidez también el valor alimenticio del forraje decrecerá a causa de una mayor pérdida de nutrientes en las fermentaciones producidas. Normalmente la cantidad de ácido en un buen asilado está comprendida entre 1 a 2.4 % del peso total.

Como ya se dijo anteriormente además de los ácidos algo de alcohol etílico es producido con trazas de algunos otros; estos alcoholes se combinan en su mayor parte con los ácidos formando compuestos aromáticos que son los que dan el aroma característico a los ensilados.

Durante el proceso del ensilado las proteínas del forraje verde son desdobladas en su mayoría probablemente por ciertas enzimas de las plantas, este fenómeno es muy semejante a los que ocurren cuando las proteínas son digeridas a compuestos más simples (amidas y amoniaco) en el cuerpo animal y por consiguiente la acción no es perjudicial.

Las pérdidas de nutrientes en los ensilados se debe a las fermentaciones y demás cambios que ocurren, pues una parte de los nutrientes, principalmente azúcares y otros carbonatos son oxidados a  $\text{CO}_2$  y agua. La extensión de esta pérdida varía considerablemente, dependiendo de la clase de forraje, dimensiones del silo, etc. Ordinariamente hay una pérdida de 5 a 15 % de nutrientes.

Durante las fermentaciones en el ensilado hay un aumento



Es de suma importancia el no permitir ninguna entrada de aire al interior del silo pues cuando esto acontece los mohos de la putrefacción se podrán desarrollar, destruirán los ácidos formados y causarán la putrefacción y corrompimiento de los forrajes ya que se producen gran cantidad de bacterias putrefactas.

Aunque los azúcares son los principales compuestos sobre los que actúan las bacterias en las fermentaciones ácidas, el almidón y las pentosas pueden ser también atacadas en parte, sin embargo la cantidad de ácido producida en el ensilado depende en su mayor parte del % de azúcares que contenga el forraje, si tiene muy alto contenido en azúcar como en el caso del maíz que no está maduro se formará mucho ácido resultando un ensilado de sabor y olor desagradable que rechazarán los animales. Para evitarlo se pueden poner en el silo capas de forraje picado alternadas con capas delgadas de sal común, impidiendo así una fermentación o acidez muy marcada. Además cuando hay demasiada acidez también el valor alimenticio del forraje decrecerá a causa de una mayor pérdida de nutrientes en las fermentaciones producidas. Normalmente la cantidad de ácido en un buen asilado está comprendida entre 1 a 2.4 % del peso total.

Como ya se dijo anteriormente además de los ácidos algo de alcohol etílico es producido con trazas de algunos otros; estos alcoholes se combinan en su mayor parte con los ácidos formando compuestos aromáticos que son los que dan el aroma característico a los ensilados.

Durante el proceso del ensilado las proteínas del forraje verde son desdobladas en su mayoría probablemente por ciertas enzimas de las plantas, este fenómeno es muy semejante a los que ocurren cuando las proteínas son digeridas a compuestos más simples (amidas y amoniaco) en el cuerpo animal y por consiguiente la acción no es perjudicial.

Las pérdidas de nutrientes en los ensilados se debe a las fermentaciones y demás cambios que ocurren, pues una parte de los nutrientes, principalmente azúcares y otros carbonatos son oxidados a CO<sub>2</sub> y agua. La extensión de esta pérdida varía considerablemente, dependiendo de la clase de forraje, dimensiones del silo, etc. Ordinariamente hay una pérdida de 5 a 15 % de nutrientes.

Durante las fermentaciones en el ensilado hay un aumento

de temperatura, si la masa de forrajes fué hecha bien compacta así que poco aire está presente en el interior de la misma, la temperatura dentro del silo raramente llegará a los 40°C.

En resumen las modificaciones que sufren los forrajes al ser ensilados son de orden bacteriano, físico y químico:

**Modificaciones de orden bacteriano:**— La fermentación anaeróbica o ácida es la clásica.

**Modificaciones físico-químicas:**— Cambios de color, sabor, olor, volúmen, humedad, cambios de los principios nutrientes y cambios de acidez.

**Modificaciones químicas:**— Transformación parcial de las proteínas en amidas y amoniaco, aumento de materias grasas debido a la formación de ácidos orgánicos solubles en el éter.

Las mayores pérdidas en los forrajes ensilados corresponden a los hidratos de carbono.

#### **Ventajas de los ensilados:**

- 1.— Mejor aprovechamiento del terreno pues se puede almacenar mayor cantidad de forrajes sobre una superficie dada.
- 2.— A precios moderados el silo suministra alimentos de alta calidad en cualquier época del año.
- 3.— Menores pérdidas de nutrientes que las que generalmente ocurren cuando el forraje es secado o henificado.
- 4.— Posibilidad de utilizar las malas hierbas que producen un heno de categoría inferior al ensilado.
- 5.— Ahorro de espacio pues el ensilado ocupa menor volúmen que el heno en igualdad de pesos.

**Conservación por desecación:**— El principal procedimiento es llamado "Henificación"

**Heno:**— Hierba segada y seca que se utiliza en la alimentación del ganado. El paso del forraje verde a forraje seco o heno recibe el nombre de henificación.

La desecación natural consiste en dejar sobre el campo el forraje verde recién cortado agrupandolo en pequeños montones y revolviéndolo varias veces al día; esta operación es repetida hasta que el forraje está seco lo cual puede ser reconocido por quebrarse fácilmente.

Una vez obtenido el heno la mejor manera de conservarlo es prensándolo. El heno prensado tiene múltiples ventajas: Ocupa espacios reducidos, es de fácil manejo, además siendo el peso

de las pacas aproximadamente el mismo, se podrá calcular el tiempo en que será consumido el heno que se tenga en existencia.

**Heno obscuro:**— Cuando las condiciones climatológicas no son muy favorables se prepara una clase de heno llamada "Heno Oscuro" de la siguiente manera: Las plantas ya un poco marchitas se amontonan en locales cerrados o al aire libre si el tiempo lo permite. Pronto entra en fermentación la masa amontonada y se produce calor suficiente para expulsar la mayor parte del agua contenida en las plantas. Conviene no hacer los montones de un peso mayor de 2 toneladas (base seca) para evitar mayores pérdidas, en los montones pequeños se reducen las pérdidas pero es necesario disponer de mucho espacio. La fermentación debe vigilarse procurando que la temperatura no exceda de unos 75°C. En caso contrario alcanzando la temp. unos 100°C. puede inflamarse espontáneamente la masa. Este peligro de temperatura excesiva se evita desparramando el forraje. Al cabo de más o menos un mes la temperatura del montón ha descendido y el heno está listo para utilizarse.

El heno obscuro es perfectamente aceptado por todos los animales ya que tiene un sabor bastante agradable. Su contenido en vitaminas es bajo y por lo tanto no deberá ser usado como único alimento para el ganado en tiempo de invierno.

**Pérdidas de nutrientes en la henificación:**— Algunos nutrientes se pierden en la fabricación del heno, bajo condiciones favorables no son grandes. Estas pérdidas no son debidas solamente al secado. El secado de las hierbas verdes a la temperatura ordinaria no reduce su digestibilidad, también cuando son secadas sin ayuda de sol e fermentación retienen su alto contenido en vitaminas.

Las pérdidas en valor nutritivo que ocurren durante la henificación se deben:

- 1.— Pérdidas de hojas y otras partes de las plantas.
- 2.— Pérdidas de vitaminas por secado al sol y fermentaciones.
- 3.— Pérdidas de hidratos de carbono por fermentaciones.
- 4.— Pérdidas de nutrientes solubles por arrastro en caso fuertes lluvias.

**Fines de la Henificación:**— El fin principal en la fabricación del heno es reducir el contenido de las plantas verdes lo bas-

de las pacas aproximadamente el mismo, se podrá calcular el tiempo en que será consumido el heno que se tenga en existencia.

**Heno obscuro:**— Cuando las condiciones climatológicas no son muy favorables se prepara una clase de heno llamada "Heno Oscuro" de la siguiente manera: Las plantas ya un poco marchitas se amontonan en locales cerrados o al aire libre si el tiempo lo permite. Pronto entra en fermentación la masa amontonada y se produce calor suficiente para expulsar la mayor parte del agua contenida en las plantas. Conviene no hacer los montones de un peso mayor de 2 toneladas (base seca) para evitar mayores pérdidas, en los montones pequeños se reducen las pérdidas pero es necesario disponer de mucho espacio. La fermentación debe vigilarse procurando que la temperatura no exceda de unos 75°C. En caso contrario alcanzando la temp. unos 100°C. puede inflamarse espontáneamente la masa. Este peligro de temperatura excesiva se evita desparramando el forraje. Al cabo de más o menos un mes la temperatura del montón ha descendido y el heno está listo para utilizarse.

El heno obscuro es perfectamente aceptado por todos los animales ya que tiene un sabor bastante agradable. Su contenido en vitaminas es bajo y por lo tanto no deberá ser usado como único alimento para el ganado en tiempo de invierno.

**Pérdidas de nutrientes en la henificación:**— Algunos nutrientes se pierden en la fabricación del heno, bajo condiciones favorables no son grandes. Estas pérdidas no son debidas solamente al secado. El secado de las hierbas verdes a la temperatura ordinaria no reduce su digestibilidad, también cuando son secadas sin ayuda de sol e fermentación retienen su alto contenido en vitaminas.

Las pérdidas en valor nutritivo que ocurren durante la henificación se deben:

- 1.— Pérdidas de hojas y otras partes de las plantas.
- 2.— Pérdidas de vitaminas por secado al sol y fermentaciones.
- 3.— Pérdidas de hidratos de carbono por fermentaciones.
- 4.— Pérdidas de nutrientes solubles por arrastre en caso fuertes lluvias.

**Fines de la Henificación:**— El fin principal en la fabricación del heno es reducir el contenido de las plantas verdes lo bas-

tante para que puedan ser almacenadas en masa sin peligro de sufrir fuertes fermentaciones o de llegar a enmohecerse.

En la parte dedicada a los análisis de los forrajes se encontrarán también las composiciones de los ensilados y henos más comunes.

**Transporte de alimentos:**— El transporte de los alimentos es un punto de gran importancia para los ganaderos, en sus balances económicos deberán tomar en cuenta los gastos de transporte de los alimentos que hayan adquirido de otros lugares.

A continuación pongo una lista de los principales alimentos que es casi siempre necesario traer a Guadalajara para la alimentación del ganado de dicha ciudad .

Clase de transporte usado: Carga carro por entero.

Alimento	Procedencia	Cuota FF.CC. por tonelada	%Impuestos Gobierno so- bre cuota. FF.CC.
Alfalfa seca.	Sayula, Jal.	\$ 5.77	12.2 %
Garbanzo	Ameca, Jal.	" 11.02	"
"	Poncitlán, Jal.	" 3.86	"
"	La Barca, Jal	" 6.12	"
"	Celaya, Gto.	" 12.15	"
"	Cortázar, Gto.	" 11.72	"
"	Piedad, Gto.	" 7.93	"
"	Irapuato, Gto.	" 10.45	"
Arroz	Jocutla, Mor.	" 35.82	"
"	Cuautla, Mor.	" 35.35	"
"	Tonilita, Jal.	" 12.96	"
"	Colima, Col.	" 14.50	"
Avena	Chihuahua, Chih.	" 26.36	"
"	México D. F.	" 20.22	"
Harinolina	G. Palacio, Dgo.	" 23.68	"
Mascarrote.	N. Laredo, Tam.	" 24.68	"
Maíz (Nacional)	N. Laredo, Tam.	" 17.58	"
"	Tampico, Tam.	" 17.18	"
Maíz (Importado)	N. Laredo, Tam.	" 31.76	12.2 % más \$1.14 por tonelada por paso de puente.
Maíz (Importado)	Tampico, Tam.	" 29.46	12.2 %

**Transportes por carretera:**— Preguntando a varias empre-

Los precios de transporte saqué un promedio de : \$ 0.15 por tonelada-kilómetro.

**Deficiencias en transporte:**— Se pueden resumir en las siguientes principales:

- 1.— Falta de carros de transporte.
- 2.— Fletes altos.
- 3.— Grandes irregularidades en el tiempo de transporte.



## Parte II

### *Análisis de forrajes y concentrados.*

Las determinaciones que deben hacerse para tener un análisis de forraje completo son las siguientes: Humedad, materia seca, cenizas, proteínas, grasas, extracto no nitrogenado, hidratos de carbono o carbohidratos, total de nutrientes, relación nutritiva y valor energético.

Antes de entrar propiamente a dichas determinaciones considero necesario dar varias definiciones para mayor claridad.

Hablando de alimentación para animales es indispensable entender perfectamente lo que significa cada uno de los siguientes términos:

**Nutrientes:**— Este nombre se aplica a cualquier constituyente alimenticio o grupo de constituyentes alimenticios de la misma composición química general que ayudan a mantener la vida del animal. Las proteínas crudas, carbohidratos y grasas son los principales, aunque algunos acostumbra incluir también bajo este término al aire, agua, materia mineral que cumplen igualmente con la definición dada.

**Nutrientes Digestibles:**— Significa la porción de cada nutriente que puede ser digerida y que por lo tanto es incorporada al cuerpo del animal, siendo esta parte la única que en realidad sirve de nutrición al cuerpo. La parte no digestible sale del cuerpo del animal junto con los desperdicios o excrementos.

**Coefficiente de Digestibilidad:**— Es el % promedio de cada nutriente digestible en un alimento .

Se han encontrado factores de bastante exactitud que nos permiten encontrar el % de digestibilidad de los nutrientes en un alimento dado conociendo el % de nutrientes que contenga dicho

alimento. Estos factores (tomados del Feeds and Feeding by F. B. Morrison) los uso en el presente trabajo para el cálculo de los % de digestibles.

El coeficiente de digestibilidad de un alimento depende además de la especie de animal a que es suministrado, de su clase y calidad; en general alimentos que contienen poca fibra como el maíz, trigo, etc. son de coeficiente mucho más elevado que los abundantes en ella como la avena, salvado, etc.

Como consecuencia de lo anterior se verá que tanto el maíz como el trigo presentan coeficientes de digestión elevados en los hidratos de carbono y bajos en las proteínas; el salvado y avena al contrario tienen coeficiente elevado en las proteínas y bajo en los carbohidratos.

**Ración:**— Es la cantidad total de alimentos que se suministra a un animal durante 24 horas, ya sea dada en una sola vez o en porciones a tiempos diferentes.

**Ración Balanceada:**— Es aquella que suministra los principales nutrientes en tal **proporción y cantidad** que nutrirá apropiadamente a un animal por 24 horas manteniendo su organismo en estado de equilibrio, aprovechando todo lo digerible sin que se desperdicie por exceso ni falte por escasez.

**Agua:**— Puede considerarse como el constituyente más simple de la materia viva, desempeña importantísimas funciones.

Según su contenido de agua los alimentos se dice están húmedos o secos.

A mayor contenido de agua es un alimento menor su valor nutritivo .

**Funciones del agua en la nutrición:**— Lleva los nutrientes de una a otra parte de la estructura celular. Es de suma importancia en el control de la temperatura de los animales, ya que la evaporación del agua es uno de los medios más importantes por los cuales los animales guardan constante la temperatura de sus cuerpos; además el agua en el estado líquido tiene mucha más capacidad de absorción calorífica que la mayoría de las demás sustancias, por consiguiente una determinada cantidad de calor produce menos aumento en la temperatura de los animales que la que se produciría si sus tejidos tuvieran menor cantidad de agua.

• **Materia Seca:**— Es lo que resulta de restar a 100 el con-



tenido de agua de un alimento. Está formada por carbohidratos, proteína, grasa y materia mineral.

**Materia Mineral o Cenizas:—** Sometiéndolo al alimento a una combustión completa, queda solamente un residuo formado por las sustancias minerales o sales que contenga. Este residuo es conocido con el nombre de cenizas.

**Funciones de la Materia mineral en la nutrición:—** La mayoría de los minerales sirven para el desarrollo del organismo y formación del esqueleto, para esto último en especial el calcio y el fósforo. El hierro forma parte muy importante de la hemoglobina de la sangre, teniendo en general todos los minerales funciones muy importantes.

**Prótidos (proteínas):—** Los prótidos, o materias proteicas, o sustancias albuminoideas, constituyen la materia fundamental, esencial de toda célula viva; entran en la composición del protoplasma de todos los seres vivos, especialmente de los animales; puede decirse que todos los fenómenos biológicos van acompañados de producción o transformación de materias proteicas.

El 50 % de las sustancias orgánicas del organismo animal está formado por prótidos. Con eso se comprende cuál debe ser la importancia de tales sustancias y cuán necesario el estudio de su constitución y propiedades.

Las proteínas contienen C,H,O,N, casi siempre S; a menudo P y pequeñas cantidades de metales: Mn, Fe, Mg.

Las funciones químicas que encontramos en las proteínas son las funciones: amina, ácido, amida, fenol, alcohol. Las principales son las funciones amina y ácido.

Su composición centesimal, varía según la especie, la promedio es la siguiente:

Carbono .....	50-55	%
Oxígeno .....	19-24	%
Nitrógeno .....	15-19	%
Hidrógeno .....	6.6-7.3	%
Azufre .....	0.3-2.4	%

**Clasificación:—** En los últimos Congresos Internacionales los químicos han resuelto incluir bajo la dominación de:

**Prótidos** todos los compuestos que, por hidrólisis completa

dan origen a uno o varios amino-ácidos. Se dividen en: **Proteínas** y **Proteídos**.

**Proteínas:**— Son los prótidos que, por hidrólisis completa dan amino-ácidos solamente, a su vez las sustancias proteicas provienen de la condensación, con eliminación de agua, de varias moléculas de amino-ácidos.

**Proteídos:**— Son prótidos complejos que se desdoblán por hidrólisis en proteínas y en otras sustancias no protídicas.

**Estructura de las proteínas:**— La estructura del edificio molecular proteico es muy compleja. Se sabe poco al respecto, las investigaciones han mostrado que cada proteína está compuesta de un número considerable de diferentes amino-ácidos (más o menos 22) combinados unos con otros para formar las moléculas complejas proteicas. El obstáculo que ha dificultado sumamente el exámen de los prótidos es que no cristalizan y no pueden destilar sin descomponerse, de modo que los métodos de análisis inmediato para separarlos al estado de pureza resultan ineficaces.

**Pesos moleculares:**— Deben ser enormes como las moléculas, se cree oscilan entre 16000 y 34000 o más.

**Formación de las proteínas en el organismo animal:**— Los animales pueden formar las proteínas en sus tejidos utilizando sólo los amino-ácidos que resultan de la digestión de las proteínas contenidas en los alimentos que les son suministrados; tienen capacidad **limitada para** transformar los amino-ácidos; que tienen en exceso, en otros que necesiten, sin embargo no pueden formar ciertos amino-ácidos que les son indispensables para su vida y por lo tanto estos los deben ser suministrados en cantidades adecuadas en sus alimentos; a estos amino-ácidos vitales se les llaman "Indispensables o Esenciales" para distinguirlos de aquellos otros que el animal puede obtener por sí mismo como se acaba de ver en párrafos anteriores.

Recientes investigaciones han comprobado que en el caso especial de ganado vacuno los animales poseen la facultad de tomar proteínas imperfectas y trocárlas en proteínas completas.

**Calidad de proteínas:**— Proteína de mala calidad es aquella que carece de uno o más de los amino-ácidos esenciales para determinada especie de animales. Proteína de buena calidad es aquella que posee todos los amino-ácidos indispensables para de-

terminada especie. Ninguno de los alimentos ordinarios para el ganado es completamente deficiente en amino-ácidos esenciales.

**Proteína Cruda:**— Este término es usado para designar a todas las sustancias nitrogenadas de un alimento (aminas, amino-ácidos, amoniaco, etc).

**Proteína Verdadera:**— Es empleado para nombrar a las sustancias que son verdaderas proteínas desde el punto de vista químico.

**Proteínas Digestibles:**— Se obtienen multiplicando el dato analítico de proteínas crudas por el factor correspondiente (0.74).

**Funciones de las Proteínas en la Nutrición:**— Son fundamentales e indispensables para el crecimiento y reparación de los tejidos del cuerpo, de aquí que sean el principal elemento nutritivo.

**Grasas:**— Todas las sustancias solubles en éter están incluidas bajo esta denominación, comprendiendo no sólo las verdaderas grasas sino también las sustancias de naturaleza parecida a ellas.

El % de grasa en un alimento es encontrado por extracción de una muestra (finamente dividida) con éter continuamente por algunas horas en aparato apropiado y después evaporando el éter de la solución y pesando el residuo graso.

**Grasa digestible:**— Se obtiene de multiplicar el extracto etéreo por su factor (0.38).

**Funciones de la Grasa en la Nutrición:**— Constituye los tejidos adiposos del cuerpo, sirve de reserva para el tiempo en que escasea o falta el alimento, dá calor y energía al organismo. Como generalmente se extrae mediante éter, también se le nombra extracto etéreo.

**Extracto no Nitrogenado:**— Comprende los hidratos de carbono más solubles y por lo tanto los más valiosos tales como: El almidón, azúcares, la parte más soluble de la celulosa, las pentosanas y pequeñas cantidades de ácidos orgánicos que están presentes casi siempre.

El porciento de extracto no nitrogenado es encontrado por diferencia y no por análisis. Para encontrarlo se suman los porcentos de agua, cenizas, proteínas, grasa y fibra, el resultado de esta suma es restado de cien, representando lo obtenido de todas estas operaciones al extracto no nitrogenado.

Los granos de cereales son altos en extracto no nitrogenado. Los heno y los forrajes por el contrario son mucho más bajos.

**Hidratos de Carbono o Carbohidratos:—** Este término comprende la fibra más el extracto no nitrogenado de los alimentos.

Representa la suma que se obtiene de multiplicar la fibra cruda por su factor (0.42) y el extracto no nitrogenado por (0.72).

**Funciones de los Hidratos de Carbono en la Nutrición:—** Su función es muy semejante a la que desempeñan las grasas: Dán calor y energía al cuerpo.

**Fibra Cruda:—** El contenido en fibra de un alimento está formando principalmente por celulosa o fibra cruda (que es el componente principal de la parte leñosa de los vegetales) y por otros carbohidratos que són tan resistentes e insolubles que no son disueltos por ácidos y bases débiles. Este contenido en fibra es de mucha importancia ya que los alimentos que tienen gran cantidad son menos digestibles y por consiguiente menos nutritivos que aquellos de contenido bajo en fibra.

El % de fibra es determinado hirviendo una muestra sucesivamente en ácido y base débil, lavando después el material no disuelto; este residuo que contiene la fibra y algo de materia mineral es secado y pesado, luego en una mufla es reducido a cenizas y estas son pesadas. La diferencia entre los pesos del residuo seco y las cenizas es la cantidad de fibra contenida.

**Funciones de la Fibra en la Nutrición:—** Sirve para dar mayor volumen a las raciones facilitando de esa suerte el buen funcionamiento del aparato digestivo.

Recientes pruebas científicas han vuelto a poner de relieve el por qué las vacas muestran decaimiento y falta de producción cuando sólo se alimentan de cereales molidos, y por qué precisan de cantidades continuas de verdadero forraje de lastre (se recordará que en la definición de los mismos se dijo que eran los que tenían alto contenido en fibra), es que lo basto del forraje estimula los nervios del rumen, al paso que la falta de esa calidad de basto da lugar a la suspensión de la rumia normal en la etapa digestiva de la vaca. A consecuencia de lo cual, las vacas dejan de comer cuando no se les dá buen forraje, y hasta se ponen a masticar madera, al parecer en su ansia de hallar la clase de substancias que por naturaleza necesitan.

**Total de Nutrientes:**— Comprende la suma de proteína cruda, más hidratos de carbono, más grasas.

**Porcentaje de Nutrientes Digestibles:**— Se encuentra multiplicando el % de grasas digestibles por 2.25 y sumando el resultado con el % de proteínas digestibles más el % de hidratos de carbono.

Las grasas se multiplican por el factor 2.25 porque su valor de energía o energético es aproximadamente 2.25 veces mayor que el de las proteínas y carbohidratos, debido a que contienen más carbón e hidrógeno. Para poder sumarlos es necesario reducirlos a una base común, cosa que se logra con el factor mencionado.

**Relación Nutritiva:**— Indica la proporción o relación entre la proteína digestible y los nutrientes no nitrogenados digestibles incluyendo en estos últimos la grasa multiplicada por 2.25.

Puede decirse que es también la relación de carbohidratos más grasas digestibles por 2.25 que contiene el alimento comparadas a cada unidad de proteína.

Se expresa poniendo la unidad seguida de dos puntos y después el cociente que resulta de la operación anterior.

La relación nutritiva puede ser amplia o estrecha, si el alimento tiene muchas proteínas con relación a los carbohidratos y grasas se dice que la relación es estrecha; ordinariamente se toma por estrecha la proporción inferior al 1:5 ; y si sucede lo contrario se denomina relación amplia.

Ejemplos:

Paja de avena, relación amplia de 1:44.6

Harina de linaza, relación estrecha de 1:1.6

También se acostumbra llamar carbonados a los forrajes de relación amplia y nitrogenados a los de relación estrecha o sea los ricos en proteína.

Para animales de trabajo celular intenso (vacas lecheras, gallinas ponedoras) o durante el crecimiento los alimentos más adecuados son los de relación nutritiva estrecha., en cambio para animales de engorda los más apropiados son los hidrocarbonados o de relación nutritiva amplia dentro de los límites fijados según la especie, raza e individualidad.

**Valor Energético de los Alimentos:**— Un animal maduro puede ser comparado a una máquina de vapor en la cual una parte de la energía derivada del combustible es usada para la ope-

reción misma de la máquina mientras que el resto puede desarrollar trabajo útil. La máquina de vapor obtiene su energía del carbón, aceite, madera que se usen como combustibles; el animal la obtiene de los alimentos que consume. Ambos necesitan una pequeña cantidad de material para reparaciones de las partes desgastadas-acero, latón, etc. para la máquina, y proteína y materia mineral para el animal-pero la más grande demanda de ambos es para energía. Es por consiguiente importante e interesante considerar el valor relativo de los alimentos en términos de la energía que pueden suministrar al cuerpo animal.

El valor energético total de cualquier alimento para un animal depende de la cantidad de energía que desprenda al ser quemado. Como con el carbón, el valor energético total de un alimento es determinado quemando una cantidad pesada en atmósfera de puro oxígeno bajo presión en un aparato llamado calorímetro. El calor desprendido es tomado por el agua que rodea la cámara de combustión y es determinado el aumento de temperatura con un termómetro de gran exactitud.

**Energía Aprovechable:-** Es la cantidad de energía que resulta de restarle a la energía total las siguientes pérdidas:

- 1- Energía perdida en los excrementos.
- 2- Energía perdida en la orina
- 3- Energía perdida en la formación de gases combustibles

**Energía Neta:-** Es la cantidad de energía que resulta de restarle a la energía aprovechable la energía perdida en el trabajo de la digestión (masticación, asimilación, secreción de jugos digestivos, etc.)

La energía neta es usada por un animal ante todo para satisfacer sus necesidades primordiales. Aún cuando un animal no sea alimentado, cierta cantidad de energía es requerida para las funciones vitales del organismo como el trabajo del corazón, músculos, pulmones, etc. Parte de la energía suministrada por el alimento es usada para el sostenimiento de estas necesidades.

En caso de que haya un exeso de energía neta, este exeso puede ser empleado para producir crecimiento, grasa, leche, pelo, o en el desempeño de trabajo externo.

Visto ya lo anterior se comprenderá perfectamente por qué

reción misma de la maquina mientras que el resto puede desarrollar trabajo útil. La máquina de vapor obtiene su energía del carbón, aceite, madera que se usen como combustibles; el animal la obtiene de los alimentos que consume. Ambos necesitan una pequeña cantidad de material para reparaciones de las partes desgastadas-acero, latón, etc. para la máquina, y proteína y materia mineral para el animal-pero la más grande demanda de ambos es para energía. Es por consiguiente importante e interesante considerar el valor relativo de los alimentos en términos de la energía que pueden suministrar al cuerpo animal.

El valor energético total de cualquier alimento para un animal depende de la cantidad de energía que desprenda al ser quemado. Como con el carbón, el valor energético total de un alimento es determinado quemando una cantidad pesada en atmósfera de puro oxígeno bajo presión en un aparato llamado calorímetro. El calor desprendido es tomado por el agua que rodea la cámara de combustión y es determinado el aumento de temperatura con un termómetro de gran exactitud.

**Energía Aprovechable:-** Es la cantidad de energía que resulta de restarle a la energía total las siguientes pérdidas:

- 1- Energía perdida en los excrementos.
- 2- Energía perdida en la orina
- 3- Energía perdida en la formación de gases combustibles

**Energía Neta:-** Es la cantidad de energía que resulta de restarle a la energía oprovechable la energía perdida en el trabajo de la digestión (masticación, asimilación, secreción de jugos digestivos, etc.)

La energía neta es usada por un animal ante todo para satisfacer sus necesidades primordiales. Aún cuando un animal no sea alimentado, cierta cantidad de energía es requerida para las funciones vitales del organismo como el trabajo del corazón, músculos, pulmones, etc. Parte de la energía suministrada por el alimento es usada para el sostenimiento de estas necesidades.

En caso de que haya un exoco de energía neta, este exceso puede ser empleado para producir crecimiento, grasa, leche, pelo, o en el desempeño de trabajo externo.

Visto ya lo anterior se comprenderá perfectamente por qué

si se consideran las unidades nutritivas de una ración dada abundantemente a un animal y al cabo de algunos días espesado, se encontrará que la suma de unidades nutritivas absorbidas no corresponden al peso de las unidades nutritivas contenidas en las raciones sino que ha habido una pérdida muy grande. Esta pérdida se halla representada por las unidades nutritivas que a modo de combustible se han empleado para mantener el calor del cuerpo. El calor del cuerpo proviene pues de la combustión de los alimentos que se efectúa en la sangre: los hidratos de carbono y las grasas se queman por completo dando únicamente como residuos  $H_2O$  y  $CO_2$ . Las materias nitrogenadas también dan energía al ser atacadas por los jugos digestivos, pero no son totalmente quemadas en el organismo sino que una parte de las mismas se eliminan en forma de sulfatos, urea, ácido úrico, además de  $CO_2$  y  $H_2O$ .

Según experimentos llevados a cabo por Rubner el valor energético (V.E.) de las principales unidades nutritivas es el siguiente:

- V.E. de Hidratos de Carbono igual a: % de H. de C. x 4.1 (A)  
 V.E. de Proteínas Crudas igual a: % de P. C. x 4.1 (B)  
 V.E. de Grasas igual a: % de C x 9.3 (C)  
 V.E. Total igual a: (A + B + C) calorías.

V.E. Total x 100

calorías % igual a:  $\frac{\quad}{\quad}$

Materia. Seca.

Los animales objeto de este estudio desarrollan un calor continuo, calor que es indispensable para su sostenimiento y sin el cual morirían.

La temperatura normal de las vacas adultas, en reposo, sin producción de ninguna clase de trabajo es de 38 a 39.1°C. Esta temperatura resulta no solamente de la combustión u oxidación de la sangre, sino también del calor producido en los variados órganos durante el desempeño de sus funciones vitales.

Berthelot ha enunciado dos leyes refiriéndose al equilibrio calorífico en los animales, la primera para animales que no efectúan ningún trabajo exterior, es igual a la diferencia entre el calor de formación de sus alimentos (incluyendo el agua) y la de sus excreciones.



En los animales que efectúan trabajos (trabajo muscular o elaboración de productos) además del calor necesario para mantener el cuerpo a su temperatura normal, los alimentos deben proporcionar el calor necesario a la función que el animal desempeña. El equilibrio en este caso está expresado por la segunda ley de Berthelot:

2. "La cantidad de calor desarrollado por un ser vivo que ejecuta trabajos exteriores, sin la ayuda de energía extraña a sus alimentos y sin experimentar cambios apreciables en su constitución química, es igual a la diferencia que existe entre el calor de formación de sus alimentos y la de sus excreciones, disminuida en la cantidad de calor equivalente al trabajo practicado".

**Vitaminas en los alimentos:**— Las vitaminas son sustancias recientemente descubiertas de naturaleza química no bien determinada que desempeñan un papel importantísimo en el desarrollo de los animales; viniendo a ser verdaderos catalizadores biológicos indispensables para el funcionamiento de toda célula viva.

En la alimentación del ganado vacuno tienen suma importancia las vitaminas:

A-B-C-D.

**Vitamina A:**— Ejerce una marcada influencia general para el desarrollo del organismo.

**Vitamina B:**— Su ausencia produce la inflamación de los nervios periféricos (Beriberi)

**Vitamina C:**— Su ausencia produce debilidad en el sistema muscular, hemorragias, úlceras, etc. (Escorbuto)

**Vitamina D:**— Su ausencia dá origen al reblandecimiento y encorvadura de los huesos, principalmente del raquis o espinazo con debilidad y entumecimiento de los tejidos. (Raquitismo)

**Vitamina E:**— Ejerce influencia en el ciclo reproductivo de los animales.

A continuación de las tablas de análisis de los forrajes se encontrará una con el valor en vitaminas de los alimentos más comunes.

**Análisis de Forrajes:**— Como ejemplo práctico lleve a cabo en el laboratorio:

## EL ANALISIS DEL FORRAJE AZTECA

### 1.—Determinación del contenido de agua.

Sequé 5 gr. del forraje en un horno a una temperatura de 120°C. durante 5 horas, dejé enfriar en un desecador y pesé después.

#### Cálculos:

Peso muestra.	5.0000 gr.
Peso cápsula.	20.4718 gr.
Peso cápsula más muestra antes de secar.	25.4718 gr.
Peso cápsula más muestra después de secar.	25.0248 gr.
Contenido de agua en muestra.	0.4470 gr.

$$\% \text{ de Agua: } \frac{0.447 \times 100}{5} = 8.94 \%$$

### 2.—Determinación de la materia seca (M.S.):

$$\begin{aligned} \text{M.S.} &= 100 - \% \text{ de agua.} \\ \text{M.S.} &= 100 - 8.94 \\ \% \text{ Materia Seca} &= 91.06 \% \end{aligned}$$

### 3.—Determinación de las cenizas.

Tomé una muestra de 10 gr. la puse en un crisol tarado y calciné en una mufla a una temperatura entre 800 - 900°C. hasta peso constante.

#### Cálculos:

Peso muestra.	10.0000 gr.
Peso crisol	25.6843 gr.
Peso crisol más peso muestra	35.6843 gr.
Peso crisol más peso muestra después de 1 hora de calcinación.	35.3078 gr.
Primer peso cenizas.	0.3765 gr.

Peso crisol más peso muestra después de 2 horas de calcinación.	35.2823 gr.
Segundo peso cenizas.	0.4020 gr
Peso crisol más peso muestra después de 3 horas de calcinación.	35.2823 gr.
Tercer peso cenizas.	0.4020 gr.

$$\% \text{ de Cenizas: } \frac{0.402 \times 100}{10} = 4.02 \%$$

#### 4.—Determinación de las proteínas:

Pesé 1 gr. de forraie los pasé a un Kjeldahl de 800 c.c. añadí 10 gr. de SO<sub>4</sub>K<sub>2</sub> y 0.3 gr. de SO<sub>4</sub>Cu<sub>2</sub> y mezclé todo bien, añadí luego 30 c.c. de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado y calenté durante cuatro horas más o menos; dejé enfriar completamente, diluí con 350 c.c. de agua destilada y agregé 120 c.c. de NaOH de 40° Be; puse el Kjeldahl en el aparato de destilación especial para proteínas, recogiendo el destilado en un Erlenmayer al cual había puesto anteriormente 40 c.c. de ácido sulfúrico 0.1 Normal, con unas siete gotas de rojo de metilo. Dejé destilar hasta que hubieron pasado las 2/3 partes del contenido total del Kjeldahl al Erlenmayer y valoré el exceso de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.1 N. con sosa de la misma normalidad que el ácido.

#### Cálculos:

$$\% \text{ Proteína Cruda} = \frac{(\text{c.c. H}_2\text{SO}_4 \text{ 0.1 N.}) - (\text{c.c. NaOH 0.1 N.} + \text{c.c. prueba blanca})}{(\% \text{ Subst. Seca.}) \div (100 \times 0.875)}$$

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.1 N. gastado	40.00 c.c.
NaOH 0.1 N. gastada	10.54 c.c.
Prueba en blanco	0.80 c.c.

$$\frac{\% \text{ Subst. Seca} \quad 0.9106}{100 \times 0.875} = \frac{0.875}{0.875}$$

$$\% \text{ Proteína Cruda} = (40 - 11.34) \times \frac{0.875}{0.9106}$$

- % Proteína Cruda=27.56 %
- % Proteínas Digestibles= % Proteína Cruda x 0.74
- % Proteínas Digestibles= % 27.56 x 0.74
- % Proteínas Digestibles=20.39 %

### 5.—Determinación de las grasas:

Pesé 5 gr. de forraje Azteca, los metí en un cartucho de papel filtro y puse a este dentro de un aparato de extracción durante 16 horas. Pesé luego el matraz del aparato extractor.

Se usó como disolvente éter.

#### Cálculos:

Peso muestra.	5.0000 gr.
Peso matraz después de la extracción.	81.2536 gr.
Peso matraz antes de la extracción.	81.0481 gr.
Peso grasa en muestra.	0.2055 gr.

$$\% \text{ de Grasa} = \frac{0.2055 \times 100}{5} = 4.11 \%$$

$$\% \text{ Grasas Digestibles} = \% \text{ Extrácto etéreo} \times 0.38$$

$$\% \text{ Grasas Digestibles} = 4.11 \times 0.38$$

$$\% \text{ Grasas Digestibles} = 1.56 \%$$

### 6.—Determinación de la Fibra:

Tomé 2 gr. de forraje y los molí hasta que pasaran una tela de alambre de 20 mesh. los puse en un papel filtro y extraje el contenido de grasa lavando con tres porciones de éter de 25 c.c. c/u, para mayor rapidez filtré con bomba de vacío dejando, conectando este hasta que la muestra estuvo bien seca. Pase luego la muestra a un Erlenmayer de 500 c.c. por medio de una escobeta, añadí 200 c.c. de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> con una concentración de 1.25 %, conecté el Erlenmayer a un condensador de reflujo, y lo calenté de manera que su contenido hirviera al momento; después continué calentando a que hirviera suavemente durante media hora. Filtré el contenido a través de un pedazo de lona de 40 mallas por 1.25 %; conecté al condensador de reflujo, herví enseguida y continué hirviendo suavemente por 30 minutos, filtré a través de lona de 40 y lavé el residuo con agua caliente hasta que el agua de

lavado dió reacción neutra a la fenoftaleína. Por medio de un chorro fino de agua pasé los residuos a una cápsula tarada, evaporé a sequedad sobre baño de vapor y sequé despues completamente en un horno de vacío por una hora a 120°C. Entrié en desecador de ácido sulfúrico y pesé. A continuación calciné el residuo en una mufla durante una hora a 650°C. hasta peso constante.

La pérdida de peso se reporta como fibra cruda.

### Cálculos:

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{(\text{Peso residuo seco} - \text{Peso residuo cenizas}) \times 100}{\text{Peso Muestra}}$$

Peso cápsula más peso residuo seco.	65.4309 gr.
Peso cápsula.	65.3043 gr.
Peso residuo seco.	0.1266 gr.
Peso cápsula más peso cenizas.	65.3577 gr.
Peso cápsula.	65.3043 gr.
Peso cenizas.	0.0534 gr.

$$(0.1266 - 0.0534) \times 100$$

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{\quad}{2}$$

2

$$\% \text{ Fibra Cruda} = 3.66 \%$$

### 7.—Determinación del Extracto no Nitrogenado (E. no N.):

$$\% \text{ E. no N} = 100 - (\% \text{ P.C.} + \% \text{ E.E.} + \% \text{ C.} + \% \text{ F.C.} + \% \text{ H.})$$

% Proteína Cruda (% P.C.)	27.56
% Extracto Etéreo (% E.E.)	4.11
% Cenizas (% C.)	4.02
% Fibra Cruda (% F.C.)	3.66
% Humedad (% H.)	8.94

TOTAL

48.29

$$\% \text{ E.no N.} = 100 - 48.29$$

$$\% \text{ E.no N.} = 51.71 \%$$

### 8.—Determinación de los Hidratos de Carbono (H. de C.):

$$\text{H.de C.} = (\text{Fibra cruda} \times 0.42) + (\text{Extracto no nitrogenado} \times 0.72)$$

$$\text{H. de C.} = (3.66 \times 0.42) + (51.71 \times 0.72)$$

$$\text{H. de C.} = 1.537 + 37.231$$

$$\text{H. de C.} = 38.768 \%$$

### 9.—Determinación del Total de Nutrientes Digestibles (T.N.D.):

$$T. \text{ de N. D.} = (\text{Grasas. Digest.} \times 2.25) + \text{Proteínas, Digestibles} + \text{Hidratos de C.}$$

$$T. \text{ de N.D.} = 3.51 + 20.39 + 38.768$$

$$T \text{ de N.D.} = 62.668 \%$$

### 10.—Determinación de la Relación Nutritiva (R.N.):

$$R.N. = \frac{\text{Hidratos de C.} + (\text{Grasas. Digest.} \times 2.25)}{\text{Proteínas. Digest.}}$$

$$R.N. = \frac{38.768 + 3.51}{20.39}$$

$$R.N. = 2.07$$

Expresándola de la manera acostumbrada:

$$R.N. = 1:2.07$$

Otra fórmula para calcular R.N. tomando en cuenta el total de nutrientes digestibles:

$$R.N. = \frac{\text{Total de nutrientes digestibles-Proteína digestible.}}{\text{Proteína digestible.}}$$

$$R.N. = \frac{62.668-20.39}{20.39}$$

$$R.N. = \frac{42.278}{20.39} = 2.07$$

$$R.N. = 1:2.07$$

### 11.—Determinación del Valor Energético Total (V.E.T.):

$$V.E.T. = (\text{H. de C.} \times 4.1) + (\text{Proteína cruda} \times 4.1) + (\text{Grasas Digest} \times 9.3)$$

$$V.E.T. = (38.768 \times 4.1) + (27.56 \times 4.1) + (4.11 \times 9.3)$$

$$\text{V.E.T.} = 158.9488 + 112.996 + 38.223$$

$$\text{V.E.T.} = 310.1678 \text{ cal.}$$

$$310.1678 \times 100$$

$$\% \text{ de calorías} = \frac{\quad}{91.06}$$

$$\% \text{ de calorías} = 340 \text{ cal.}$$

En las páginas siguientes se encontrarán tablas de análisis de los forrajes, ensilados y henos más comunes. La mayoría de estos datos me fueron enviados por la Secretaría de Agricultura y Fomento, los demás los he tomado de diferentes obras de autores mexicanos cuyos nombres aparecen en la hoja final dedicada a la bibliografía del presente trabajo

### Análisis de Forrajes Mexicanos.

NOMBRES	% Agua	% Cenizas	% Proteína	% Fibra Cruda	% Ext. No. Nitróg.	% Ext. Etéreo
Ajonjolí-Pasta.	8.50	8.86	38.09	7.19	26.80	10.56
Alfalfa. Seca.	8.44	8.08	15.99	29.03	35.81	2.65
Alfalfa verde.	76.60	2.23	4.51	5.98	9.88	0.80
Arroz.	10.50	8.20	12.20	8.70	48.40	12.00
Arroz-salvado.	8.00	10.50	4.20	37.60	38.55	1.15
Cebada.	10.00	2.70	10.30	5.00	69.90	2.10
Cebada-paja.	10.00	6.00	3.70	37.70	41.00	1.60
Cebada-verde	79.00	2.00	3.50	5.90	9.75	0.85
Forraje. Azteca.	3.94	4.02	27.56	3.66	51.71	4.11
Garbanzo	10.20	5.00	24.90	6.20	47.30	6.40
Garbanzo-paja.	13.40	4.10	6.12	40.08	35.00	1.30
Garbanzo porquero.	8.20	5.10	24.90	7.80	51.10	2.90
Harinolína	8.50	5.60	41.70	8.30	26.80	9.10
Mascarrote.	9.80	2.90	5.00	44.40	35.80	2.10
Melaza de caña.	25.90	9.40	2.80		61.90	
Maguey-tierno.	89.50	1.60	0.70	3.10	4.84	0.26
Maguey-polvo.	9.50	10.00	5.50	48.00	21.70	5.30
Maíz	10.20	1.55	9.30	3.10	70.65	5.20
Maíz-Gluten.	8.00	1.85	25.80	6.70	53.45	4.20
Maíz-olote.	9.00	1.52	2.60	35.00	51.28	0.60

NOMBRES	% Agua	% Cenizas	% Proteína	% Fibra Cruda	% Ext. No. Nitróg.	% Ext. Etéreo
Maíz-rastrojo.	17.50	5.10		21.70	46.90	
Maíz-salvado	7.00	2.00	15.81	10.90	59.99	4.30
Maíz-silo.	60.50	2.10	3.50	9.20	23.80	0.90
Maíz-zacate.	10.00	6.00	7.10	29.40	45.20	2.30
Nopal.	92.00	1.20	0.60	2.00	3.45	0.25
Pasta-cacahuete.	7.80	4.70		21.40	21.60	
Pasta-coco.	9.00	5.70	23.10	10.30	47.40	4.50
Pasta-linaza.	9.00	5.30	37.40	8.50	36.60	3.20
Pescado.	9.50	25.00	56.20	0.00	0.40	8.90
Remolacha.	83.00	1.68	1.75	1.20	12.17	0.20
Sorgo-entero.	63.00	1.35	2.11	17.12	15.22	1.20
Sorgo-semilla.	12.50	6.70	8.80	24.90	42.90	4.20
Trébol.	65.50	3.50	6.10	10.40	13.00	1.50
Trigo.	10.00	1.80	12.00	2.20	71.90	2.10
Trigo-verde.	67.00	2.10	6.80	8.10	15.20	0.80
Trigo-granillo.	10.05	5.50	15.90	8.80	55.35	4.40
Trigo-paja.	9.00	5.00	3.20	38.50	43.00	1.30
Trigo-salvado.	11.20	5.90	15.70	9.30	54.00	3.90

### Digestibilidad de Forrajes Mexicanos.

NOMBRES	% M. B.	% P. D.	% H. de C.	% G. D.	% T. N. D.	R. N.	% Calc. rías
Ajonjolí-pasta.	91.50	35.04	24.28	9.93	81.06	1:1.3	343
Alfalfa seca.	91.56	11.35	38.26	1.00	51.86	1:3.5	218
Alfalfa verde.	23.40	3.34	9.62	0.30	13.66	1:3.0	57
Arroz.	89.50	7.56	44.53	10.92	76.66	1:9.0	323
Arroz-salvado.	92.00	0.42	13.87	0.77	16.02	1:37.	67
Cebada.	90.00	9.06	68.50	1.81	81.63	1.8	343
Cebada-paja.	90.00	0.90			44.50	1:48.4	24
Cebada verde.	22.00	2.49	11.06	0.48	14.53	1:5.0	61
Forraje Azteca.	91.06	20.39	38.77	1.56	62.67	1:2.07	340
Frijol.	91.00	21.05	52.93	1.58	77.54	1:6.0	326
Garbanzo.	89.80	22.66	42.96	5.89	78.87	1:2.4	331
Garbanzo-paja.	86.60	3.06	38.33	0.78	43.15	1:13	181
Garbanzo-porquero	91.80	17.68	53.32	2.17	75.77	1:3.3	338
Harinolina.	91.50	35.86	29.08	8.65	86.57	1:1.3	367



NOMBRES	% M. S.	% P. D.	% H. de C.	% G. D.	T. N. D.	R. N.	% Calo- rias
Mascarrote.	90.20	0.30	33.04	1.66	37.18	1:123	156
Melaza de caña.	74.10	0.90			56.60	1:61.9	
Maguey tierno.	10.50	0.20	5.38	0.18	5.99	1:29	25
Maguey Polvo.	90.50	2.75	41.58	3.60	52.43	1:18	220
Maíz.	89.80	6.88	68.19	4.84	87.95	1:11	361
Maíz-gluten.	92.00	21.93	52.13	3.57	82.99	1:3	349
Maíz-olote.	91.00	0.49	59.34	0.22	60.33	1:122	253
Maíz-rastrojo.	82.50	1.94	47.98	1.27	52.83	1:26	
Maíz-salvado.	93.00	9.49	55.73	3.44	72.96	1:6.7	306
Maíz-silo.	39.50	1.79	22.88	0.74	26.34	1:13	111
Maíz-zacate.	90.00	3.20	51.52	0.16	55.08	1:16	231
Nopal.	7.50	0.30	3.73	0.17	4.41	1:13	19
Pasta-cacahuete.	92.20	21.63	12.44	6.81	49.39	1:1.28	
Pasta-coco.	91.00	20.79	43.61	4.50	74.57	1:2.5	313
Pasta de linaza.	91.00	32.16	38.05	3.04	77.05	1:1.4	324
Pescado.	90.50	43.84	0.00	8.90	63.87	1:0.4	268
Remolacha.	17.00	1.26	12.21	0.20	13.92	1:10	58
Sorgo-entero.	37.00	0.99	22.03	0.84	24.91	1:24	122
Sorgo-semilla.	87.50	3.34	42.22	2.73	51.70	1:14	217
Trébol.	34.50	4.70	14.34	0.99	21.27	1:3.5	89
Trigo.	90.00	8.88	68.17	1.51	84.18	1.8.4	354
Trigo verde.	33.00	4.76	15.80	0.48	20.67	1:3	97
Trigo-granillo.	89.95	12.24	45.81	3.87	67.76	1:4.4	280
Trigo-paja.	91.00	0.74	36.95	0.39	38.57	1:51	162
Trigo-salvado.	88.80	12.25	41.76	2.65	60.63	1:4	255
Zacate Elefante.	30.30	1.20	14.50	0.50	16.82	1:13	125
Zacate Sudán.	22.00	0.80	11.80	0.40	13.50	1:28.3	133
Zacate Paral.	25.40	1.10	10.00	0.10	11.32	1:11.3	128
Zacate Guinea.	35.50	0.90	18.40	0.20	19.75	1:19.7	132

Significado de las columnas:

M.S.— Materia Seca

P.D.— Proteínas Digestibles

H.de C.— Hidratos de Carbono.

G.D.— Grasa Digestible.

T.N.D.— Total de Nutricios Digeribles.

R.N.— Relación Nutritiva.

## Composición Química de Varias Pasturas Ensiladas

CLASE DE PASTURA	%Agua	%Cenizas	%P. C	%Fibra	%E. no N.	%G
Maíz bien Maduro.	73.7	1.7	2.1	6.3	15.4	0.8
Maíz sin madurar.	79.0	1.4	1.9	5.8	11.3	0.6
Cogollo de caña.	76.6	1.9	1.3	8.0	11.8	0.4
Alfalfa.	75.4	2.9	3.5	8.2	8.6	1.4
Maíz y frijol soya.	75.3	2.0	2.5	6.7	12.5	1.0
Frijol soya.	72.9	3.5	3.9	8.1	10.3	1.3
Yerba del Sudán	74.7	1.8	2.4	8.6	11.8	0.7

Significado de las columnas:

P.C.— Proteína Cruda.

E.no N.— Extracto no Nitrogenado.

G.— Grasa.

## Nutricios Digestibles de Varios Pastos de Silo.

CLASE DE PASTURA	%M. S.	% P. C.	H%. D. C.	% G.	R. N.
Maíz bien maduro.	26.3	1.1	15.0	0.7	1:15.1
Maíz sin madurar.	21.0	1.0	11.4	0.4	1:12.3
Cogollo de caña.	23.5	0.5	12.2	0.2	1:25.2
Alfalfa.	24.6	1.2	7.8	0.6	1: 7.7
Maíz y frijol soya.	24.7	1.6	13.8	0.8	1: 9.8
Frijol soya.	27.1	2.6	11.0	0.7	1: 4.8
Yerba del Sudán.	25.3	1.1	13.1	0.4	1:12.7

## Nutricios Digestibles Contenidos en Varios Henos

CLASE DE HENO	%M. S.	% P. C.	%H. de C.	% G.	R. N.
Yerba fina.	90.3	3.7	37.9	0.8	1:10.7
Zacate Pará.	90.2	2.3	38.7	0.4	1:17.2
Zacate Timoteo.	88.4	3.0	42.8	1.2	1:15.2
Alfalfa	91.4	10.6	39.0	0.9	1: 3.9
Chicharo de vaca.	90.3	13.1	33.7	1.0	1: 2.7
Frijol Soya.	91.4	11.7	39.2	1.2	1: 3.6
Frijol Terciopelo.	92.8	12.0	40.3	1.4	1: 3.6

## Valor en Vitaminas de Forrajes Mexicanos.

Nombres.	A			B			C		
Ajonjolí-pasta.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Alfalfa seca.	x	x	x	x	x		—	—	—
Alfalfa verde	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Arroz.	—	—	—	x	x		—	—	—
Arroz-salvado.	—	—	—	x	x	x	—	—	—
Cebada.	—	—	—	x	x		—	—	—
Cebada verde.	x	x		x	x		x	x	
Coco pasta.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chicharo de vaca.	—	—	—	x			—	—	—
Frijol.	—	—	—	x	x		—	—	—
Garbanzo.	—	—	—	x	x		—	—	—
Garbanzo-paja.	x			x	x		—	—	—
Garbanzo porquero.	—	—	—	x			—	—	—
Harinolina.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mascarote.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Linaza-pasta	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Maguey.	x	x		x	x	x	x	x	
Maguey en polvo.	x			x			—	—	—
Maíz.	x	x		x	x		—	—	—
Maíz-gluten.	x			x			x		
Maíz-olote	—	—	—	x	x		—	—	—
Maíz-salvado.	—	—	—	x	x	x	—	—	—
Maíz-silo.	x	x		—	—	—	—	—	—
Maíz-zacate.	x	x		x	x		—	—	—
Nopal.	x			x	x		x		
Pescado.	x	x	x	—	—	—	—	—	—
Remolacha.	x			x	x		x		
Sorgo entero.	x	x		x	x		x		
Sorgo-gemilla.	—	—	—	x			—	—	—
Trébol.	x	x		x	x	x	x	x	
Trigo.	—	—	—	x	x		—	—	—
Trigo-verde.	x			x	x		—	—	—
Trigo-granillo.	—	—	—	x	x	x	—	—	—
Trigo-paja.	x			x	x		—	—	—
Trigo-salvado.	—	—	—	x	x		—	—	—

Nombres.	A			B		C		
Melaza de caña.	—	—	—	x	x	—	—	—
Cacahuete-pasta.	—	—	—	x	x	—	—	—

Las cantidades relativas de las diferentes vitaminas contenidas en cada alimento están indicadas por los siguientes símbolos:

- — — :No tiene nada o muy poca cantidad.
- x :Contiene apreciable cantidad.
- x x :Contiene bastante cantidad.
- x x x :Contiene gran cantidad.

Estos símbolos sirven únicamente para dar una idea aproximada del contenido en vitaminas de los alimentos mencionados.



### Parte. III

## *Raciones Balanceadas.*

Como ya dije anteriormente, se le llama ración balanceada a aquella que suministra los principales nutrientes en tal proporción y cantidad que nutrirá a un animal dado por 24 horas.

La ración alimenticia para el animal debe contener los suficientes elementos nutritivos que le puedan permitir lo siguiente:

1.-Combustible necesario para que el cuerpo se mantenga a su temperatura normal.

2.-Energía suficiente para las funciones vitales.

3.-La necesaria proteína para el desgaste diario de los tejidos y para la formación de los nuevos.

4.-Materia mineral necesaria para reemplazar la que se pierde en las funciones continuas de los órganos del cuerpo.

5.-Vitaminas que son elementos necesarios para la vida **normal** del individuo.

Las raciones alimenticias deben tener, además, otras características que al tratar de ganado lechero podrían especificarse así:

1.-Las proteínas de la ración serán de especies variadas, para que resulte una mezcla de ácidos aminados, que son directamente asimilables por el animal, y que permita la síntesis de las proteínas orgánicas.

2.-Las mezclas de concentrados o piensos (granos, harina, salvado, etc) se harán con el mayor número posible de alimentos distintos, particularmente cuando se trata de emplear con ellas forrajes de lastre (plantas verdes o henificadas, raíces, etc.) de mala calidad o no leguminosas.

3.-Los forrajes serán de buena calidad y apetecibles para el ganado.

4.-Se les suministrarán en cantidades suficientes sales como el cloruro de sodio, sales de calcio y fosfatos.

5.-La ración total (forrajes de lastre y concentrados) será razonablemente voluminosa.

6.-La ración debe ser más barata posible.

Hay tres clases de raciones:

**Ración Insuficiente.** El peso del animal alimentado con esta clase de ración disminuye por no encontrar satisfechas sus necesidades.

**Ración de sostenimiento,** Con esta ración el peso del animal se mantiene el mismo aproximadamente.

**Ración de producción.** El peso del animal aumenta, esta clase de ración es la indicada para los animales que efectúan trabajos celulares intensos.

### **Sistema Morrisson para Alimentación Racional del Ganado Lechero.**

Este sistema se basa para la preparación de las raciones balanceadas en el peso del animal y en la cantidad y calidad de la leche producida según la siguiente tabla:

#### **A.—Para mantenimiento**

Peso Vacca.	Proteína Digestible. Nutrientes Digestibles Totales			
	Mínima. Lbs	Recomendable Lbs.	Mínima Lbs.	Recomen- dable. Lbs.
700—lbs.	0.440	0.476	5.13	5.81
750—lbs.	0.467	0.506	5.45	6.18
800—lbs.	0.494	0.536	5.77	6.53
850—lbs.	0.521	0.564	6.08	6.88
900—lbs.	0.547	0.593	6.38	7.23
950—lbs.	0.574	0.621	6.69	7.58
1000—lbs.	0.600	0.650	7.00	7.93
1050—lbs.	0.626	0.678	7.30	8.27
1100—lbs.	0.652	0.706	7.60	8.61
1150—lbs.	0.677	0.734	7.90	8.95

**Proteína Digestible. Nutrientes Digestibles Totales**

Peso Vaca.	Proteína Digestible		Nutrientes Digestibles Totales	
	Mínima. Lbs	Recomendable Lbs.	Mínima Lbs.	Recomen- dable. Lbs.
1200—lbs.	0.703	0.762	8.20	9.29
1250—lbs.	0.730	0.790	8.51	9.64
1300—lbs.	0.754	0.817	8.80	9.97
1350—lbs.	0.779	0.844	9.09	10.29
1400—lbs.	0.805	0.872	9.39	10.62
1450—lbs.	0.829	0.898	9.67	10.96
1500—lbs.	0.854	0.925	9.96	11.28

**B.—Para producción de  
leche. por lb. de le-  
che.**

**Grasa Leche**

2.5%	0.034	0.040	0.238	0.251
3.0%	0.036	0.043	0.261	0.276
3.5%	0.038	0.046	0.284	0.300
4.0%	0.041	0.049	0.307	0.324
4.5%	0.044	0.052	0.330	0.349
5.0%	0.046	0.056	0.353	0.373
5.5%	0.49	0.059	0.376	0.397
6.0%	0.052	0.062	0.399	0.422

Respecto a las cantidades de concentrado, forraje verde, forraje seco y materia seca suministradas se siguen las siguientes reglas prácticas:

**Concentrados:—** 1 libra por cada 3 lbs. de leche (para vacas con producción menor de 15 lts. diarios).

1 libra por cada 4 lbs. de leche (para vacas con producción mayor de 15 lts. diarios).

**Forrajes Verdes:—** 3 libras por cada 100 lbs. de peso del animal.

**Forrajes Secos.—** 1 libra por cada 100 lbs. de peso del animal.

**Materia Seca.—** 15 a 30 lbs. diarias por cada 1000 lbs.

de peso del animal, o sea un promedio aproximado de 2.8 lbs. diarias por cada 100 lbs. de peso.

### Cálculo de las Raciones

#### Alimentos con que se cuenta:

Concentrados: Forraje Azteca, Maíz y Cebada.

Forraje Verde: Alfalfa.

Forraje Seco: Alfalfa y Rastrojo seco de maíz.

#### Condiciones de una vaca determinada:

Peso: 400 Kg. = 900 lbs. aproximadamente.

Producción de leche diaria 20 lts. = 45 lbs. aprox.

Densidad promedio de la leche: 1.031

% de grasa en la leche: 4 %

Esta vaca diariamente necesita de acuerdo con las tablas de Morrison:

	Materia Seca.	Proteínas.	Digestibles.	Nutricios.	Digest. T.
Cantidad necesaria:	25.2				
Para sostenimiento:		0.547	0.593	6.23	7.23
Para producción:		1.845	2.205	13.815	14.58
Total:	25.2	2.392	2.798	20.075	21.81

#### Primera Prueba de Balanceo

	Cantidad Lbs.	M. S. Lbs.	Prot. Digest. Lbs.	T. N. D. Lbs.
Alfalfa verde.	27	6.3180	0.9018	3.6880
Alfalfa seca.	5	4.5780	0.5675	2.5930
Rastrojo.	4	3.3000	0.0776	2.1100
Forraje Azteca.	3	2.7318	0.6117	1.8800
Cebada.	3	2.7000	0.2718	2.4489
Maíz.	6	5.3880	0.4128	5.1570
Totales.	48	25.0158	2.8432	17.8769

La vaca necesita según las tablas de Morrison (cantidades mínimas):

25.2                      2.392                      20.075

Diferencias:

+ 0.1842                      + 0.4512                      - 2.1991



Esta ración podría considerarse satisfactoria con respecto a la materia seca y las proteínas digestibles pues en estas últimas sólo tenemos un exceso de: 2.8432 — 2.798 con relación a la cantidad recomendable.

Los nutrientes totales digestibles contenidos en la ración indican un defecto de 2.1981 para llegar siquiera a la cantidad mínima necesaria, es decir que la ración anterior no está todavía balanceada puesto que no suministra siquiera la cantidad mínima necesaria de nutrientes digestibles, pasamos pues a una segunda prueba tratando de corregir la ración anterior.

### Segunda Prueba de Balanceo.

	Cantidad Lbs.	M. S. Lbs.	Prot. Digest. Lbs.	T. M. D. Lbs.
Alfalfa verde.	23	5.3820	0.7682	3.1418
Alfalfa seca.	4	3.6624	0.4540	2.0744
Rastrojo.	5.	4.1250	0.0970	2.6415
Forraje Azteca.	3	2.7318	0.6117	1.8800
Cebada	3	2.7000	0.2718	2.4489
Maíz	9	8.0820	0.6192	7.9155
<b>Totales:</b>	<b>47</b>	<b>26.6932</b>	<b>2.8219</b>	<b>20.1021</b>
<b>La vaca necesita:</b>		<b>25.2</b>	<b>2.392</b>	<b>20.075</b>
<b>Diferencias:</b>		<b>+ 1.4832</b>	<b>+ 0.4299</b>	<b>+ 0.0271</b>

Como lo que le faltaba a la ración anterior eran nutrientes totales cambiamos parte de la alfalfa por maíz logrando con esto remediar el defecto.

La reacción resultante de la segunda prueba la podemos considerar como balanceada puesto que ya cumple con las condiciones requeridas por el animal.

Hay que advertir que no a la primera vez se puede llegar a una conclusión precisa, sino que es necesario hacer muchos y muy variados cálculos hasta llegar al límite señalado en las tablas o aproximarse a él lo más posible, aunque sin la precisión matemática. Varias y muchas veces deben acoseh experiencias, con tres, cuatro o más clases de forrajes verdes y socos; igualmente con los

concentrados buscando siempre que las mezclas sean lo más ajustadas y naturalmente económicas.

Tomando como base la lista de precios puesta en la pág. 6 calculo ahora el precio de la ración que he balanceado.

Alfalfa verde. 23 lbs. = 10.45 kgs.	\$ 0.574
Alfalfa seca. 4 lbs. = 1.80 kgs.	\$ 0.432
Rastrojo. 5 lbs. = 2.27 kgs.	\$ 0.020
Γ. Azteca. 3 lbs. = 1.36 kgs.	\$ 0.306
Maíz. 9 lbs. = 4.09 kgs.	\$ 1.227
Cebada. 3 lbs. = 1.36 kgs.	\$ 0.353

Precio Total. (21.33 kgs.) \$ 2.912

Precio de una tonelada:  $\frac{2.91 \times 1000}{21.33} = \$ 136.5$

**Precio del Concentrado:**

Maíz	\$ 1.227
F. Azteca.	\$ 0.306
Cebada.	\$ 0.353

Precio Total. (6.81 kgs.) \$ 1.886

Precio de una tonelada:  $\frac{1.886 \times 1000}{6.81} = \$ 291$

Considerando que el gasto de producción por tonelada sea de: \$ 9.00 El precio total del concentrado será: \$ 300

En el cálculo anterior se tomó para pasar de Lbs. a Kgs. la siguiente relación: 1 Kgs. = 2.2 Lbs.

Pongo a continuación ejemplos de varias raciones que son usadas para la alimentación diaria de vacas con peso promedio (400—500 Kgs.), produciendo aproximadamente 20 lts diarios de leche. (Recien paridas).

**1.—Ración.**

Alfalfa achicalada	12.0 Kgs.
Cebada	4.62 "
Salvado	2.38 "

## 2.—Ración.

Zacate achicalado.	15.0	kgs.
Cebada	4.62	"
Harinolina	2.38	"

## 3.—Ración.

Alfalfa achicalada	12.0	kgs.
Cebada	2.77	"
Melaza	1.85	"
Salvado	2.38	"

## 4.—Ración.

Alfalfa achicalada	12.0	kgs.
Cebada	2.77	"
Melaza	1.85	"
Pasta de coco	2.38	"

## 5.—Ración.

Alfalfa achicalada	12.0	kgs.
Cebada	2.77	"
Melaza	1.85	"
Pasta de ajonjolí	2.38	"

Muchas veces es conveniente en algunas raciones substituir unos alimentos por otros no solamente para corregir las deficiencias que tengan sino además para rebajar su costo como se podrá comprobar con los siguientes concentrados.

### Concentrado. "A"

	Cantidad	M.S.	P.D.	T.N.D.	Precio
Miel	20 kgs.	14.82	0.180	11.320	\$ 1.60
Pasta cacahuete.	20 "	18.44	4.326	9.878	" 6.40
Pasta coco.	30 "	18.20	4.158	14.910	" 6.40
Paja cebada.	40 "	36.00	0.360	17.800	" 5.60
Totales:	100 Kgs.	87.46	9.024	53.908	\$ 20.00

**Concentrado "B"**

	Cantidad	M.S.	P.D.	T.N.D.	Precio
Miel	30 kgs.	22.23	0.270	16.980	\$ 2.40
Pasta cacahuete	20 "	18.44	4.326	9.878	" 6.40
Pasta coco	20 "	18.20	4.158	14.910	" 6.40
Paja cebada	30 "	27.00	0.270	13.350	" 4.20
<b>Totales:</b>	<b>100 kgs.</b>	<b>85.87</b>	<b>9.024</b>	<b>55.118</b>	<b>\$ 19.40</b>

**Concentrado "C"**

	Cantidad	M.S.	P.D.	T.N.D.	Precio
Miel	40 kgs.	29.64	0.360	22.640	\$ 3.20
Pasta cacahuete	20 "	18.44	4.326	9.878	\$ 6.40
Pasta coco	20 "	18.20	4.158	14.910	\$ 6.40
Paja cebada	20 "	18.00	0.180	8.900	\$ 2.80
<b>Totales:</b>	<b>100 kgs.</b>	<b>84.28</b>	<b>9.024</b>	<b>56.328</b>	<b>\$ 18.80</b>

Substituimos ahora en los concentrados A—B—C. la pasta de cacahuete por Forraje Azteca con los siguientes resultados.

**Concentrado "A"**

	Cantidad	M.S.	P.D.	T.N.D.	Precio
Miel	20 kgs.	14.82	0.180	11.32	\$ 1.60
F. Azteca	20 "	18.21	4.078	12.53	\$ 4.50
Pasta de coco	20 "	18.20	4.158	14.91	\$ 6.40
Paja cebada	40 "	36.00	0.360	17.80	\$ 5.60
<b>Totales</b>	<b>100 kgs.</b>	<b>87.23</b>	<b>8.776</b>	<b>56.56</b>	<b>\$ 18.10</b>

**Concentrado "B"**

	Cantidad	M.S.	P.D.	T.N.D.	Precio
Miel	30 kgs.	22.23	0.270	16.98	\$ 2.40
F. Azteca.	20 "	18.21	4.078	12.53	\$ 4.50
Pasta coco	20 "	18.20	4.158	14.91	\$ 6.40
Paja cebada	30 "	27.00	0.270	13.35	\$ 4.20
<b>Totales:</b>	<b>100 kgs.</b>	<b>85.64</b>	<b>8.776</b>	<b>57.77</b>	<b>\$ 17.50</b>

## Concentrado "C"

Miel	40 kgs.	29.64	0.360	22.640	\$ 3.20
F. Azteca	20 "	18.21	4.078	12.53	\$ 4.50
Pasta coco	20 "	18.20	4.158	14.91	\$ 6.40
Paja cebada	20 "	18.00	0.180	8.90	\$ 2.80
Totales:	100 kgs.	84.05	8.776	58.98	\$ 16.90

Aunque se rebajó un poco el contenido de proteína de las raciones, es costeable hacer el cambio por el gran beneficio económico obtenido.

Es conveniente además añadir algunos minerales a los concentrados, se acostumbra poner unos 20 Kgs. de sal por tonelada de concentrado.

### Conclusiones.

La mayoría de nuestros ganados no son alimentados adecuadamente, las principales deficiencias que encuentro en la preparación actual de las raciones se pueden resumir a las siguientes:

1.—Empleo de exceso o escasez de alimentos (forrajes o concentrados) en las raciones.

2.—Desequilibrio entre los elementos nutritivos que forman la ración; no correspondiendo en la mayoría de los casos con la cantidad de elementos nutritivos necesitados por los animales para su sostenimiento y producción.

3.—Falta de economía en el régimen alimenticio en todos sentidos.

Como remedio sugiero que todos los ganaderos deben estudiar la preparación de raciones balanceadas, para que conociendo además la clase de ganado con que cuentan, circunstancias que existan en el lugar donde están establecidos, condiciones que prevalezcan en los mercados, abundancia o escasez de alimentos en su región de trabajo; puedan comprar o cultivar los alimentos que más les convengan y preparar las raciones balanceadas más adecuadas para la alimentación de sus ganados, obteniendo así con toda seguridad el máximo rendimiento tanto de los alimentos como de los animales.

"Mayores ganancias serán sin duda el resultado de alimentar al ganado en su forma debida".

Resumo a continuación lo que se debe hacer para calcular la ración balanceada de las vacas lecheras según el sistema Morrison que es el que he tomado como base en este trabajo.

1.—Determinar el peso del animal.

2.—Precisar exactamente la cantidad de leche que es capaz de producir.

3.—Determinar el % de grasa que contenga la leche.

4.—De acuerdo a los tres números anteriores determinar las necesidades de la vaca por medio de las tablas de la pág. (38)

5.—Hacer varias pruebas de balanceo con los alimentos hasta combinar las cantidades y calidades en tal forma que suministren los elementos nutricios digeribles necesarios para el animal.

En la mayoría de los casos no es necesario racionar individualmente cada vaca; basta con hacer cálculos generales basados en promedios, según el número de cabezas con que se cuente.

### **Trabajo Experimental.**

#### **"Exceso de proteínas en la alimentación del ganado lechero"**

Se hicieron pruebas con 2 vacas a las que se alimentó con exceso de proteínas durante un periodo aproximado de dos meses, analizándose la leche que producían cada cuatro días más o menos.

Se hicieron los siguientes análisis a la leche:

**Densidad.** Se determinó con un pesa leche ordinario haciendo las correcciones de temperatura, para relacionarla a 15°C.

**Residuo seco.** En una cápsula de porcelana pesada de antemano y cubierta con un vidrio de reloj, se echan de 3 a 5 gms. de leche bien mezclada, y se pesan de nuevo para saber la cantidad exacta; la cápsula sin la cubierta se coloca en un baño maría, y el residuo de la evaporación se deseca en estufa de aire a 103° ó a 105°C. durante varias horas; se deja enfriar y se pesa. Durante la pesada se tapa la cápsula con el vidrio de reloj, y la desecación se repite hasta obtener 2 pesadas idénticas. El peso obtenido restado del de la cápsula vacía, más el del vidrio de reloj, da la cantidad de extracto contenido en la muestra de leche examinada. La cantidad de agua se calcula por diferencia.

**Cenizas.** Procedimiento semejante al de los forrajes.

**Proteínas.** Procedimiento semejante al seguido en los forrajes.

**Grasa.** Se siguió el método de Marchand-Modificación de Tollens y Schmidt.

Se mezcla la leche lo más homogénea posible y con una pipeta se echa sobre el butirómetro soplando suavemente, después se procede de la misma manera con el éter, se cierra el aparato con un corcho, se agita bien la mezcla levantando una o dos veces el tapón para convertir en una masa homogénea la leche y el éter. Se agregan con otra pipeta alcohol hasta la señal indicada en el butirómetro y se agita la mezcla enérgicamente, levantando de tiempo en tiempo el tapón hasta que toda la caseína se encuentra finalmente dividida y flotando en el líquido claro en cuyo momento se introduce el tubo en un cilindro con agua a 40°C. Comienza a reunirse en la superficie las gotas de grasa donde forman una capa de aspecto transparente. Cuando deja de aumentar el volumen de la capa de grasa, lo que ocurre a los 5-10 minutos, se introduce el lactobutirómetro en otro cilindro con agua a 20°C. En estas condiciones vuelve a aumentar ligeramente la capa de grasa y se enturbia pero más tarde se aclara de nuevo y entonces puede medirse exactamente su volumen.

La siguiente tabla nos relaciona el volumen leído de grasa con el % de grasa contenido en la leche.

Décimas de cm <sup>3</sup> . de solución grasa		Porcentaje de Grasa	
A	B	A	B
1.0	9.0	1.339	2.971
1.5	9.5	1.441	3.073
2.0	10.0	1.543	3.175
2.5	10.5	1.645	3.277
3.0	11.0	1.747	3.379
3.5	11.5	1.849	3.481
4.0	12.0	1.951	3.583
4.5	12.5	2.053	3.685
5.0	13.0	2.155	3.787
5.5	13.5	2.257	3.889
6.0	14.0	2.359	3.991
6.5	14.5	2.461	4.093
7.0	15.5	2.563	4.195

7.5	15.5	2.665	4.297
8.0	16.0	2.767	4.399
8.5	16.5	2.869	4.501

Formula que relaciona la densidad de la leche con el extracto y la grasa.

$$T = \frac{SF + S}{4}$$

T = extracto; F = grasa; S = dos últimas cifras de la densidad.

Los alimentos dados a las dos vacas fueron los siguientes:

**Forrage verde.** Alfalfa.

**Forrage seco.** Alfalfa seca y rastrojo.

**Concentrado.** Se preparó mezclando 400 Kgs. de forraje Azteca con 300 Kgs de Mascarrote y 10 Kgs. de sal. Haciendo el análisis de las proteínas a este concentrado se obtuvo un resultado de 23% de proteínas digeribles.

#### Vaca No. 1.

##### Condiciones del animal:

Peso: 500 Kgs. = 1100 lbs.

Producción de leche: 18 lts. = 40.6 lbs.

Densidad de leche: 1.030

Grasa de leche: 3 %

Conforme a las reglas prácticas de la pág <sup>43</sup> se le dieron:

	Cantidad	P. D.
Alfalfa verde	33 lbs.	1.1022
Alfalfa seca	6 "	0.6810
Rastrojo	5 "	0.0970
Concentrado	10.1 "	2.3223
<b>Totales</b>	<b>54.1 lbs.</b>	<b>4.2025 lbs.</b>
Cantidad de proteínas que necesita la vaca conforme las tablas:		2.451
<b>Exceso:</b>		<b>1.7515</b>



7.5	15.5	2.665	4.297
8.0	16.0	2.767	4.399
8.5	16.5	2.869	4.501

Formula que relaciona la densidad de la leche con el extracto y la grasa.

$$T = \frac{5F + S}{4}$$

T = extracto; F = grasa; S = dos últimas cifras de la densidad.

Los alimentos dados a las dos vacas fueron los siguientes:

**Ferraje verde.** Alfalfa.

**Ferraje seco.** Alfalfa seca y rastrojo.

**Concentrado.** Se preparó mezclando 400 Kgs. de ferraje Azteca con 300 Kgs de Mascarrote y 10 Kgs. de sal. Haciendo el análisis de las proteínas a este concentrado se obtuvo un resultado de 23% de proteínas digeribles.

#### Vaca No. 1.

##### Condiciones del animal:

Peso: 500 Kgs. = 1100 lbs.

Producción de leche: 18 lts. = 40.6 lbs.

Densidad de leche: 1.030

Grasa de leche: 3 %

Conforme a las reglas prácticas de la pág <sup>43</sup> se le dieron:

	Cantidad	P. D.
Alfalfa verde	33 lbs.	1.1022
Alfalfa seca	6 "	0.6810
Rastrojo	5 "	0.0970
Concentrado	10.1 "	2.3223
<b>Totales</b>	<b>54.1 lbs.</b>	<b>4.2025 lbs.</b>
Cantidad de proteínas que necesita la vaca conforme las tablas:		2.451
<b>Exceso:</b>		<b>1.7515</b>

Los resultados obtenidos en los análisis de la leche fueron:

Días	Densidad	% R. Seco	% Cenizas	% Proteínas	% Grasa
1	1.031	11.587	0.746	3.0	3.070
4	1.031	11.591	0.743	3.25	3.073
7	1.031	11.591	0.748	3.30	3.073
10	1.031	11.468	0.745	3.43	3.175
13	1.030	11.596	0.748	3.43	3.277
16	1.030	11.851	0.750	3.45	3.481
19	1.030	11.851	0.749	3.45	3.481
22	1.030	11.978	0.749	3.42	3.583
25	1.030	12.106	0.747	3.43	3.685
28	1.030	12.233	0.748	3.46	3.787
31	1.030	12.361	0.747	3.45	3.889
34	1.030	12.488	0.749	3.46	3.991
37	1.029	12.366	0.749	3.46	4.093
40	1.029	12.493	0.751	3.44	4.195
43	1.029	12.493	0.750	3.48	4.195
46	1.029	12.621	0.749	3.46	4.297
49	1.029	12.621	0.749	3.48	4.297

No hubo cambios de consideración en la producción de leche durante el tiempo de prueba, conservándose en un promedio de 18 lts. diarios.

La grasa como puede observarse aumentó debido en parte a que las vacas en prueba estaban recién paridas, y en ese estado la leche contiene bajo % de grasa, aumentando después progresivamente hasta alcanzar su valor normal.

El residuo seco varía con el aumento de grasa conforme a la fórmula de la pág (22). 52

**Conclusión final:** Ninguna ventaja se obtiene suministrando más proteína en las raciones de la que realmente se necesita.

### Vaca No. 2

#### Condiciones del animal:

Peso: 400 Kgs. = 900 lbs.

Producción de leche: 18 lts. = 40.6 lbs.

Densidad de leche: 1.030

Grasa de leche: 3 %

Conforme a las reglas prácticas de la pág. (22) se le dieron:

	Cantidad.	P.D.
Alfalfa verde.	27 lbs.	0.9018
Alfalfa seca.	4 "	0.4540
Rastrojo.	5 "	0.0970
Concentrado	10.1 "	2.3223
	<hr/>	<hr/>
Totales:	46.1 lbs.	3.7751
Proteínas necesarias:		2.338
		<hr/>
Exceso:		1.4371

Resultados obtenidos en los análisis de la leche:

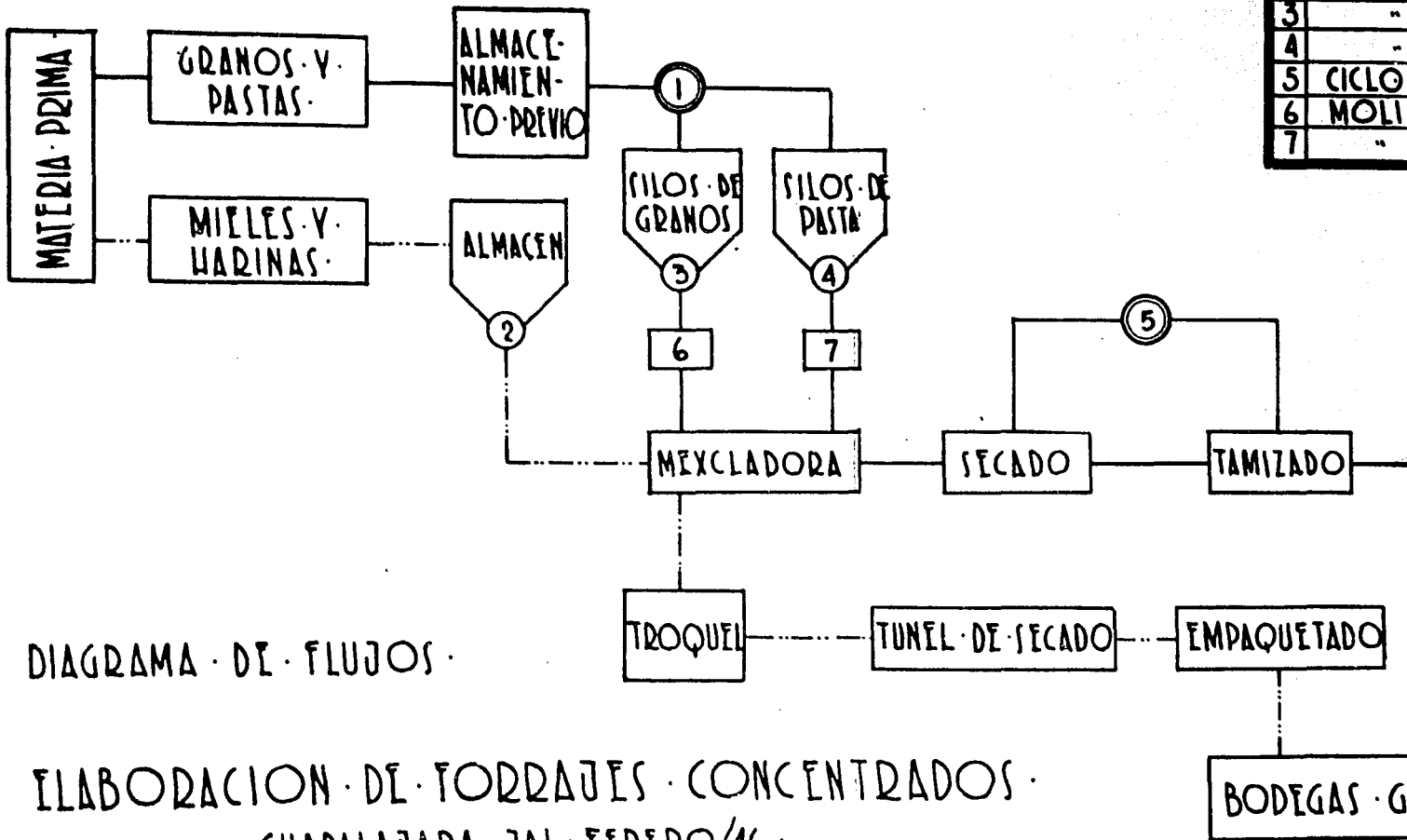
Días	Densidad	%R. Seco	%Cenizas	%Proteínas	%Grasa
1	1.030	11.341	0.750	2.9	3.073
4	1.030	11.341	0.748	3.21	3.073
7	1.030	11.341	0.748	3.28	3.073
10	1.030	11.468	0.746	3.24	3.175
13	1.030	11.468	0.748	3.3	3.175
16	1.030	11.596	0.743	3.29	3.277
19	1.030	11.596	0.747	3.35	3.277
22	1.030	11.851	0.749	3.33	3.481
25	1.030	11.851	0.751	3.38	3.481
28	1.030	11.978	0.747	3.36	3.583
31	1.030	12.106	0.748	3.42	3.685
34	1.029	11.984	0.746	3.40	3.787
37	1.029	11.984	0.750	3.40	3.787
40	1.029	12.111	0.750	3.36	3.889
43	1.029	12.238	0.745	3.42	3.991
46	1.029	12.238	0.746	3.46	3.991
49	1.029	12.238	0.749	3.39	3.991

Se llegó a las mismas conclusiones que con la vaca No. 1





QUIMICA



CUADRO	
1	LIMPIA
2	CONTI
3	"
4	"
5	CICLO
6	MOLI
7	"

DIAGRAMA DE FLUJOS

ELABORACION DE FORRAJES CONCENTRADOS

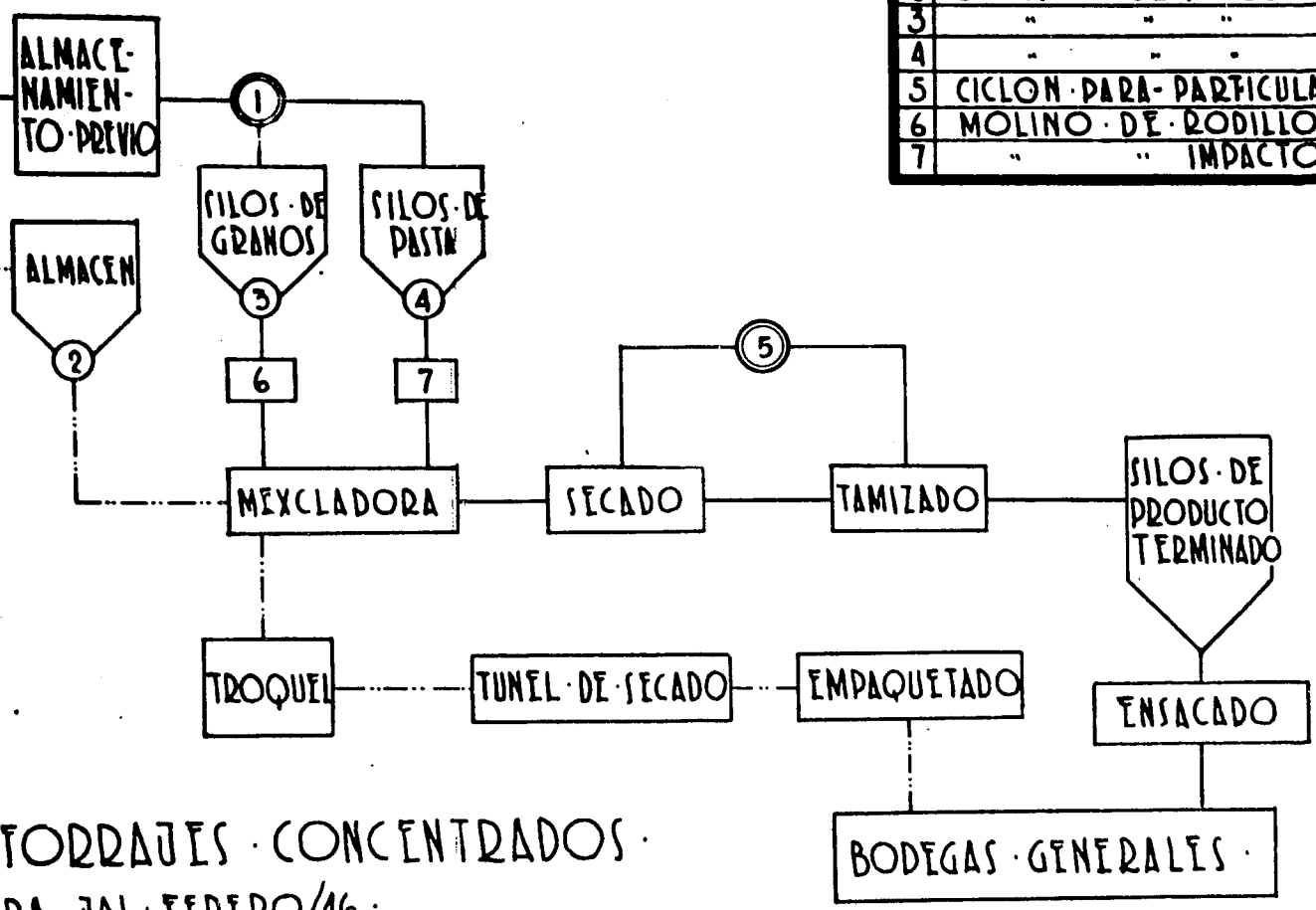
GUADALAJARA JAL FEBERO/46



QUIMICA

CUADRO DE INDICACIONES

1	LIMPIADOR DE GRANOS
2	CONTROL DE PESOS
3	" " "
4	" " "
5	CICLON PARA PARTICULAS
6	MOLINO DE RODILLOS
7	" " IMPACTO



LOS  
 LOS FORRAJES CONCENTRADOS  
 JARA JAL FEBERO/46

## Parte IV

# Anteproyecto de una Planta Productora de Concentrados Forrajeros.

### Consideraciones generales:

Tomo como base de producción las raciones 3, 4 y 5 anotadas en la pág (42)., teniendo en cuenta que la cebada puede substituirse por otros granos y que las pastas no solamente pueden ser de co-co y ajonjolí, sino también de otras varias semillas oleaginosas, pudiendo así mismo ser cambiadas por otros alimentos (pasta de cacahuete por forraje Azteca, etc).

El anteproyecto es para una planta con una capacidad de 10 toneladas diarias de producto terminado. Además teniendo en cuenta la posibilidad de tener consumo local y consumo en puntos distantes, se juzgó conveniente tener en cuenta en el proyecto la producción de concentrados a granel envasados en costales así como en briquetas o bloks, pues en el primer caso un litro pesa 350 gr. y en el segundo caso un litro pesa 850 gr. según pruebas que ya se han efectuado en el laboratorio con relación a otros trabajos.

El cálculo de los equipos necesarios se hizo con la aproximación que corresponde a un primer anteproyecto basado en datos de laboratorio pues para un cálculo más preciso sería indispensable experimentar con una pequeña planta formada por equipos de capacidades mínimas pero del mismo tipo de los que se proyecta usar, es decir una "Planta Piloto" como es costumbre llamarle.

**Desarrollo del anteproyecto.** Según los datos de humedad obtenidos en el laboratorio se puede formar el siguiente cuadro:

Contenido de materia seca y de humedad en la mezcla de los componentes sólidos con la miel antes de someterse al secado.

	% Humedad original	% Cantidad en la mezcla	% Materia seca en la mezcla	% Humedad en la mezcla
Cebada u otros granos.	12	39.6	34.82	4.75
Miel	30	26.4	18.50	7.93
Salvado, pastas o residuos.	10	34.0	30.60	3.40
<b>Total:</b>		<b>100.0</b>	<b>83.92</b>	<b>16.08</b>

Como el producto terminado tendrá una humedad de 10 % (humedad de equilibrio), en la producción de 10 toneladas diarias, se necesitarán:

Cebada u otros granos con 12% de humedad promedio.	4250 Kg./día.
Miel con 30% de humedad.	2835 Kg./día.
Pastas, salvado o residuos con 10% de humedad promedio.	3645 Kg./día.

Para eliminar el exceso de humedad se necesitarán evaporar diariamente:

$$6.08 \times 10000$$

---


$$= 723 \text{ Kg. de agua.}$$

83.92

La descripción de la maquinaria se dividirá en los siguientes capítulos:

- A.— Depósitos y tanques de almacenamiento.
- B.— Elevadores.
- C.— Transportadores horizontales.
- D.— Bombas.
- E.— Aparatos de control.
- F.— Molinos.
- G.— Separadores.
- H.— Secadores.
- I.— Máquinas para envejar.

**A...Depósitos y tanques de almacenamiento:** Suponiendo que sólo se reciba materia prima una vez por semana, se necesitarán los siguientes:

Dos depósitos de madera de 50 m' formados por un prisma

de base cuadrada de 3 x 3 x 4.9 m. y una pirámide con vértice hacia abajo de 3 x 3 x 2 m. Estos dos tanques se usarán para recibir directamente la carga de los carros de ferrocarril. Con el elevador rápido que después se describe, cada uno de estos tanques podrá descargar un carro de 45 m.<sup>3</sup> en una hora.

Seis depósitos de madera de las mismas dimensiones y forma que los dos anteriores para almacenar la materia prima necesaria para el trabajo de una semana.

En caso de utilizar miedes se necesitarán dos tanques de lámina de fierro de forma cilíndrica de 2m. de diámetro por 2 m. de altura.

Capacidad de cada tanque:  $3.1416 \times r^2 \times h = 6.28 \text{ m.}^3$

### **B.—Elevadores.**

Elevador rápido para descargar los carros. Cangilones montados sobre cadenas o sobre bandas. Cangilones forma Salem tipo A de 17" de largo con capacidad de 0.192 pies cúbicos. Los cangilones estarán colocados cada 14" en la banda. Con una polea motriz de 39" de diámetro obrando a 40 R.P.M. el elevador podrá manejar 60 ft.<sup>3</sup> de granos y consumirá 3 H.P. Este elevador descarga en los dos tanques de llenado rápido.

Elevador para los tanques de almacenamiento. Conducirá los granos que ya pasaron por la máquina limpiadora y los otros sólidos que no pasen por dicha máquina. El tipo de cangilones igual que el elevador anterior. Suponiendo que al principio de una semana de trabajo se empleen dos horas para llenar los dos tanques de llenado rápido y que el elevador de que estamos tratando empieza a trabajar al mismo tiempo que el elevador rápido y en 24 horas los vacía totalmente para llenar dos de los tanques de almacenamiento, el segundo día de trabajo de la semana ya pueden descargarse otros dos carros. Este elevador tendrá entonces que mover 90 ft.<sup>3</sup> de material en 24 horas. Tomando el material de mayor densidad aparente, es decir la cebada con 600 gr. lt., bastará para hacer este trabajo una potencia de 1/16 H.P.

Elevadores de los tanques de almacenamiento, hasta el nivel del tercer piso del departamento de fabricación. Del mismo tipo que los anteriores. Teniendo en cuenta que la producción será continua y que se trabajará a la misma velocidad las 24 horas diarias, entre los tres elevadores sólo consumirán 1/32 H.P. El que maneje material de poca densidad como el salvado, necesitará dar



25 ft.' por hora. El que maneje material de mayor densidad como la cebada necesitará dar sólo 10 ft.' por hora.

Elevadores del secador rotatorio al tamizador o cernidor y de este a la tolva de producto terminado que alimentará la llenadora semi-automática de costales. Tipo igual a las anteriores. Necesitan manejar 9,000 kg. de producto en 24 horas. Densidad aparente del producto, 350 gr./lt. Capacidad de elevación 40 pies por hora. Consumo de potencia 0.02 H.P.

**C.—Transportadores Horizontales.** En todos los casos se usarán transportadores helicoidales o de gusano.

Departamento de almacenamiento de sólidos. El transportador que llevará el material del elevador rápido a los dos tanques de llenado rápido tendrá la misma capacidad que el elevador, es decir, 60 ft'. por minuto y consumirá 1.5 H.P. Su diámetro será de 14" girando a 150 R.P.M.

Transportadores del fondo de los tanques de llenado rápido a la máquina limpiadora, al elevador lento y de éste a los tanques de almacenamiento. Tendrán la misma capacidad que este último elevador, es decir 90 m<sup>3</sup> en 24 horas o sea 134 ft'. por hora. Consumirán en total 1/4 HP. y tendrán un diámetro de 5" girando a 200 R.P.M.

Transportadores del fondo de los tanques de almacenamiento a los elevadores que llevan el material hasta un nivel algo superior que el tercer piso del departamento de fabricación. Su capacidad como la de los tres elevadores variará de 10 a 25 ft.' por hora. Consumirán en total 0.025 H.P. Podrán hacer el trabajo teniendo un diámetro de 5" girando de 15 a 40 R.P.M.

Transportadores del departamento de fabricación. Del mismo tipo que los anteriores. Capacidad de 40 ft'. por hora a partir de la tolva donde se mezclan los sólidos y de 15 a 20 ft'. por hora de los molinos a dicha tolva. Consumirán en total 1-10 H.P.

**D.—Bombas.** Para bomboar la miel de los tanques de almacenamiento a los tanques pesadores del tercer piso y de estos tanques pesadores a la base de la tolva del segundo piso. Tipo de engranes. Capacidad 85 lts./hora. La de los tanques de almacenamiento a los tanques pesadores consumirá 1-8 H.P. La otra es sólo en previsión de que la gravedad no fuera suficiente para el gasto requerido.

**E.—Aparatos de control.** Todos los que regulan la compo-

sición de la mezcla se han reunido en el tercer piso y comprenden:

Indicadores de los tanques pesadores de miel.

Indicadores y control de las balanzas automáticas.

Indicadores del alimentador continuo de sales cuando se haga esta adición.

Como una de las operaciones más caras de esta fabricación es el secado, es necesario controlar escrupulosamente esta operación y para ello se necesitarán manómetros diferenciales o multiplicadores para medir la presión de los ventiladores y también higrómetros de cabello o de bulbos seco y húmedo para asegurarse que el aire que sale del secador está suficientemente saturado y frío, pues en el caso contrario puede recircularse otra vez al secador.

La máquina pesadora y llenadora de costales sèmi-automática tendrá un indicador del peso que se deposita en cada costal.

En el almacén serán necesarias básculas para el concentrado en briquetas.

En el departamento de generación de vapor, serán necesarios los aparatos de control de rigor.

#### **F.—Molinos.**

Molino para cebada u otros granos. Tipo de rodillos (Roller Mill). Capacidad, 400 lbs/hora. Combertiré el material hasta un tamaño de unas 20 mallas por pulgada. Consumirá unos 2 H.P.

Molino para pastas oleaginosas. Tipo de golpe o impacto (beater pulverizer, hammer mill). Capacidad 350 lbs./hora. Reducirá el material hasta un tamaño de 1/32". Consumirá unos 3.H.P.

#### **G.—Separadores.**

Limpiadora de granos en el departamento de almacenamiento de materia prima sólida. Del tipo de zaranda o cernidor vibratorio con ventilador de arrastre de polvos y pajas, basuras, etc. No es posible tener una idea de las características de esta máquina pues depende de la cantidad de basura que lleven los granos, pero probablemente se necesitará un modelo pequeño con producción de unos 150 ft<sup>3</sup> de material limpio por hora.

Separador de porciones aglutinadas por la miel y que por no haber secado suficientemente adquirieron en el secador la forma esférica. No puedo precisarse más que el tipo del aparato pues su capacidad, dimensiones y potencia que consuma depen-

derán exclusivamente de condiciones de trabajo particulares de la planta. Si por ejemplo resulta económico dar al material un secado prolongado, entonces no habría la posibilidad de que parte del material saliera del secador con humedad suficiente para permanecer aglutinado. Sin embargo, esto parece poco probable teniendo en cuenta que el producto final tiene una humedad de equilibrio mayor del 10 %. El tipo que puede proyectarse para este aparato es el de criba rotativa (trommel).

Separador de ciclón del aire que sale del secador rotativo. La presencia de este aparato se debe a la posibilidad de que el aire arrastre partículas pequeñas o livianas de producto. El tipo más conveniente es el de ciclón pero su capacidad y dimensiones sólo pueden precisarse después de experimentar con un secador que trabaje con un aire circulando a la misma velocidad que la que se va a usar en la planta.

#### **H.—Secadores.**

Secador rotatorio para producto suelto. Recibirá 10,730 kg. de material húmedo y entregará 10,000 kg. diarios de producto, evaporado por lo tanto 730 kg. de agua diarios.

Para calcular este secador, es necesario experimentar en un secador del mismo tipo con dispositivos para medir:

Velocidad del aire que puede usarse.

Tiempo que tarda el secado en esas condiciones.

Temperatura que soporta el material sin alterarse.

Se hizo una prueba de secado en una estufa de laboratorio a una temperatura de 55°C. (130°F. aprox.) con el objeto de determinar la velocidad de secado en una corriente de aire muy pequeña y a una temperatura que no ofrezca el peligro de la descomposición de los albuminoides ni de las vitaminas.

De los resultados de esta prueba parece probable que usando una velocidad de 2 ft./seg. el material se secará en una hora como máximo.

El aire necesario para secar el material correspondiente a una hora lo calculo de la manera siguiente.

Datos:

1.—Aire ambiente.

Temperatura bulbo seco: 70°F.

Temperatura bulbo húmedo: 60°F.

2.—Aire que entra al secador.

Temperatura bulbo seco: 130°F.

Temperatura bulbo húmedo: 90°F.

Humedad molal: 0.034

% de saturación: 19%

3.—Aire que sale del secador.

Saturado.

Temperatura de salida: 91°F.

Humedad molal: 0.053

4.—Agua evaporada.

$$\begin{aligned} \text{En una hora} &= \frac{730 \text{ kg.}}{24} = 30.41 \text{ kg.} = 66.9 \text{ lbs.} \\ &= 3.176 \text{ lbs. mol.} \end{aligned}$$

Base: 1.0 lb-mol de aire seco.

$$\text{Mols de aire húmedo que entran} = 1 + 0.34 = 1.034 \text{ lb-mol.}$$

$$\text{Vol. de aire húmedo entrando} = 1.034 \times 359 \times \frac{590}{492} = 441.6 \text{ ft'}$$

$$\text{Agua evaporada por el volúmen anterior} = 0.053 - 0.034 = 0.019 \text{ lbs. mol.}$$

$$\begin{aligned} \text{Aire necesario para evaporar 3.176 lbs. mol} &= \frac{441.6 \times 3.176}{0.019} \\ &= 85000 \text{ ft'. por hora.} \end{aligned}$$

Un ventilador del tipo de hélice dará este volúmen a baja presión consumiendo 3/4 H.P. Las dimensiones aproximadas del secador estimadas sobre estas bases son: 4 ft. de diámetro y unos 21 ft. de largo. El aire se calentará previamente con vapor de baja presión en un calentador de tubos verticales, circulando el aire entre los tubos. Los B.T.U. consumidos por hora usando vapor de 40 lbs. se calcularon así:

$$85000 \text{ ft}^3 = \frac{85000 \times 492}{359 \times 590} = 197.4 \text{ lbs. mol.}$$

Calor específico del aire a 130°F. = 7.5 B.T.U. por Lb.Mol. por °F.

BTU necesarios = 197.4 (130—70) x 7.5 = 89000 B.T.U. por hora.

La caldera para producir este vapor tendrá una capacidad normal de unos 6 caballos de caldera.

**Secador de tunel para material en briquetas.** Las condiciones del aire bajo las cuales se va a llevar el secado son las siguientes:

**Aire que entra al secador.**

Temperatura bulbo seco: 130°F.

Temperatura bulbo húmedo: 90°F.

Humedad: 0.021 lbs. agua/lba. aire seco.

Humedad molar: 0.034

% de saturación: 19%

**Aire que sale del secador.**

Temperatura: 95°F.

Humedad: 0.0315 lbs. agua/lba. aire seco.

Humedad molar: 0.053

% de saturación: 85%

Según datos obtenidos en el laboratorio el material por secarse está bajo las siguientes condiciones:

%Humedad de entrada: 16.08 %

%Humedad de salida: 10%

%Humedad crítica aproximado a las condiciones del problema: 14 %

%Humedad en equilibrio: 3.5 %

Razón de secado: 0.31 lbs/ft<sup>3</sup>. x hora.

Todos los datos de humedad están expresados en % base húmeda.

Se considera que el material conserva una temperatura promedio 10°F. arriba de la temperatura de bulbo húmedo del aire entrante.

El proceso de Secado se supone dividido en dos zonas:

1a.—El material es secado del 16.08% (humedad inicial) al 14% (humedad crítica)

2a.—El material es secado del 14% al 10% (humedad final).

**Agua total evaporada en el secador.**

16.08

Humedad inicial:  $\frac{16.08}{83.92} = 0.191$  lbs. agua/lb. material seco.

14

Humedad Crítica:  $\frac{14}{86} = 0.162$  lbs. agua/lb. material seco.

10

Humedad Final:  $\frac{10}{90} = 0.111$  lbs. agua/lb. material seco.

3.5

Humedad en Equilibrio:  $\frac{3.5}{96.5} = 0.036$  lbs. agua/lb. material seco.

Agua evaporada en la primera zona:  $0.191 - 0.162 = 0.029$  lbs. agua/lb. material seco.

Agua evaporada en la segunda zona:  $0.162 - 0.111 = 0.051$  lbs. agua/lb. material seco.

Agua total evaporada:  $0.029 + 0.051 = 0.080$  lbs. agua/lb. material seco.

El secador recibe diariamente 10,730 Kg. de material húmedo.  
 $10,730 \times 2.2$

Por hora recibirá:  $\frac{10,730 \times 2.2}{24} = 985.6$  lbs. material húmedo/hora.  
 $16.08 \times 985.6$

Contenido de agua inicial en el material:  $\frac{16.08 \times 985.6}{100} = 158.5$  lbs. agua/hora.

Material seco por hora:  $985.6 - 158.5 = 827.1$  lbs. material seco/hora.

Agua total evaporada por hora:  $827.1 \times 0.080 = 66.168$  lbs. agua/hora = 3.676 lbs. mol/hora.

**Aire necesario para el secado.**

Base: 1.0 lb-mol de aire seco

Mols de aire húmedo que entran:  $1.0 + 0.034 = 1.034$  lbs-mol.  
590

Volúmen del aire húmedo que entra:  $1.034 \times \frac{\quad}{492} = 441.6$  ft'.  
492

Agua evaporada por el volúmen anterior:  $0.053 - 0.034 = 0.019$  lbs-mol.

Aire necesario para evaporar 3.676 lbs-mol.:  $\frac{331.6 \times 3.676}{0.019}$

$= 85000$  ft'/hora. aproximadamente.

$85000 \times 492$

Lbs-mol de aire:  $\frac{\quad}{359 \times 590} = 197.4$  lbs. mol de aire húmedo en las condiciones iniciales/hora.

$197.4 \times 29$

Lbs. de aire seco necesarias:  $\frac{\quad}{1.034} = 5536$  lbs. aire seco/hora.

**Area de contacto en la primera zona.**

Partimos de ecuación:  $W = Kg' Ac (AH)_m$  (1)

En la cual:

$W = H_2O$  evaporada por hora en la 1a. Zona.

$Kg'$  = coeficiente de película.

$Ac$  = area de contacto.

$(AH)_m$  = diferencia media de humedades logarítmica.

Cálculo de  $W$ :

$W = (0.191 - 0.162) 827.1 = 24$  lbs. agua/hora.

Cálculo de  $Kg'$  :

)  $Rs$

$Kg' = \frac{\quad}{\quad}$

$H_s - H_a$

(2)

$Rs =$  Razón de secado  $= 0.31$  lbs'/ft' x hora.

$H_s =$  Humedad de saturación del aire a la temperatura del material (100°F.)  $= 0.043$  lbs. agua/lb. aire seco.

$Ma =$  humedad del aire  $= 0.021$  lbs. agua/lb. aire seco.

Substituyendo en la Ec. (2) tendremos:

$$Kg' = \frac{0.31}{0.043 - 0.021}$$

de donde  $Kg' = 14.3$  lbs/ft' x hora x dif. unitaria de Humedad.

Cálculo de  $(AH)_m$ :

$$(AH)_m = \frac{(H_s - H_c) - (H_s - H_1)}{2.303 \log \frac{H_s - H_c}{H_s - H_1}}$$

$$H_s = 0.043$$

$$H_1 = 0.0315 \text{ (Humedad final del aire)}$$

$H_c =$  Humedad del aire que deja la primera zona la cual la encontramos por medio de la siguiente fórmula que expresa un balance de humedad para la primera zona:  $W = G(H_1 - H_c)$

$$W = 24$$

$$H_1 = 0.0315$$

$$G = \text{Lbs. de aire seco dejando esta zona con una humedad de } H' = 5536 \text{ lbs. aire seco/hora.}$$

Despejando a  $H_c$  y substituyendo valores resulta:

$$H_c = 0.025 \text{ lbs. agua/lba aire seco.}$$

Substituyendo valores y efectuando operaciones en la Ec. (3) resulta:

$$(AH)_m = 0.00565$$

Despejando ahora  $Ac$  en la Ec (1) y substituyendo los valores encontrados para  $W$ ,  $Kg'$  y  $(AH)_m$  queda:

$$Ac = \frac{24}{14.3 \times 0.00565} = 297.04 \text{ fts' por hora.}$$

**Area de contacto en la segunda zona:**

$$\text{Ecuación: } Af = \frac{Fc}{Kg' \frac{H_s - H_c}{D} + \frac{Fc}{G}} \quad 2.303 \log \frac{Fc (H_s - H_1)}{F_1 (H_s - H_c)}$$



En la cual:

$$Kg' = 14.3 \text{ lbs/ft}^2 \times \text{hora.}$$

$$Hs = 0.043$$

$$Hc = 0.021 \text{ lbs. agua/lb material seco.}$$

$$Hc = 0.025 \text{ lbs. agua/lb material seco.}$$

$$G = 5536 \text{ lbs. aire seco/hora.}$$

$$D = 827.1 \text{ lbs. material seco/hora.}$$

$$Fc = 0.162 \frac{3.5}{96.5} = 0.126 \text{ lbs. agua/lba. ma-} \\ \text{terial seco.}$$

$$F = 0.111 \frac{3.5}{96.5} = 0.075 \text{ lbs. agua/lba. ma-} \\ \text{terial seco.}$$

Substituyendo y efectuando:  $A_1 = 264 \text{ ft}^2/\text{hora.}$

Superficie ofrecida por el material para el secado. (Dato experimental):

$$0.171 \text{ fts}^2 \text{ por lb. de material seco.}$$

$$\text{Superficie total: } 827 \times 0.171 = 139 \text{ fts}^2 \text{ de superficie.}$$

Si dividimos ahora una de las areas de contacto encontradas para las dos zonas entre la superficie total ofrecida por el material obtendremos el tiempo que necesitará permanecer el material en cada una de ellas.

$$\text{Tiempo de contacto en la primera zona: } \frac{297}{139} = 2.1 \text{ horas}$$

$$\text{Tiempo de contacto en la segunda zona: } \frac{264}{139} = 1.8 \text{ horas}$$

3.9 horas  
aprox. 4  
horas.

## Longitud del secador.

Ecuación:

$$L = \frac{O.W}{W_a.W_h.A}$$

En la cual:

L = Longitud en ft.

O = Tiempo de secado = 4 horas.

W = Peso del material húmedo por hora = 985.6  
lbs/hora.  
827

W<sub>a</sub> = Lbs. de material seco por ft'. =  $\frac{827}{138}$  = 5.9  
lbs.

W<sub>h</sub> = Peso original de una lb. de material seco =  
1.19 lbs.

A = Fts' de area de contacto/ft. de longitud. = 34 fts'

Substituyendo y efectuando operaciones resulta:

$$L = 16.5 \text{ ft.}$$

Como resultado de una experiencia hecha con briquetas de 1 x 2 x 3 in., la velocidad de secado es cerca de cuatro veces menor que la correspondiente al material suelto. Sin embargo, es evidente que esta velocidad de secado depende del grado de compresión a que se sometan las briquetas. Como una primera aproximación encontramos en páginas anteriores que el tiempo de secado será de unas cuatro horas, si la producción tiene que ser la misma que la del secador rotatorio, es decir si cada uno independientemente puede producir 10 toneladas diarias de producto, este secador tendrá una sección recta de 3 x 6 ft. y de una longitud de 16.5 ft. Los carritos con los vastidores llenos de producto deberán dejar la mitad del área de la sección recta libre para el paso del aire. Se usará un ventilador igual al que se proyecta para el secador rotatorio. El consumo de calor será el mismo que para el secador rotatorio así como el calentador de vapor.

El ventilador y el calentador estarán colocados en la parte superior del tunel, encima de él y tendrá dispositivos que permitan recircular el aire cuando no tenga suficiente humedad.

## **I.—Máquinas para envasar.**

La máquina para envasar material suelto en costales será del tipo que se usan en las fábricas de cemento. Basta poner el costal bajo la tolva de carga y que el obrero accione un mecanismo para que la máquina alimente una cantidad cuyo peso no excede de un cierto número arreglado de antemano. Al completarse la descarga de material fijado se detiene.

Para envasar las briquetas será necesario una máquina que dé dicha forma al producto. Una troqueladora de las que se usan en la fabricación de jabón servirá para el objeto. La descarga de esta máquina llenará con briquetas los bastidores que se transportarán a lo largo de un corto tramo de rodillos montados sobre una simea. Esta operación se hará a mano así como la carga de los carritos con bastidores y la entrada de éstos al túnel. El envaso final de las briquetas a la salida del secador podrá hacerse en cajas de madera liviana como las de jabón, efectuándose la operación a mano.

El anteproyecto de esta planta con dos secadores tiene en cuenta la posibilidad de fabricar 10 toneladas diarias de producto suelto, o bien 10 toneladas diarias de producto en briquetas, o bien cantidades de ambos productos que sumen 10 toneladas diarias.

*José M. Uruñuela Salcedo.*



## ***Bibliografía.***

<b>Feeds and Feeding</b>	<b>F. B. Morrison</b>
<b>La Vaca Lechera</b>	<b>P. Aragón. Leiva</b>
<b>Elements of Chemical Engineering</b>	<b>W. L. Badger, y W. L. Mc. Cabe</b>
<b>Analyses Alimentaires</b>	<b>M. Leprince</b>
<b>Industrial Chemical Calculations</b>	<b>O. A. Hougen y K. M. Waston</b>
<b>Chemical Engineering Hand Book</b>	<b>J. H. Perry</b>
<b>Química Orgánica</b>	<b>Vilavecchia</b>
<b>Alimentación de los Animales</b>	<b>H. Vilá</b>
<b>Análisis Industriales</b>	<b>Casáres Gil</b>
<b>Recortes de Revistas Americanas</b>	