

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO  
NARROUNIDAD LAGUNA**

**DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**Uso de las algas en la alimentación de los animales domésticos**

**POR**

**MARIA MAGDALENA LAGUNA GONZÁLEZ**

**MONOGRAFÍA**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**JUNIO DE 2016**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**Uso de las algas en la alimentación de los animales domésticos**

**POR**

**MARIA MAGDALENA LAGUNA GONZÁLEZ**

**MONOGRAFÍA**

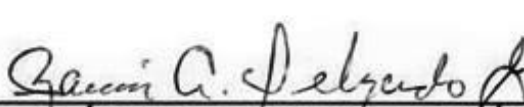
**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORIA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**APROBADA POR,**

**Asesor Principal**

  
**DR. JUAN DAVID HERNANDEZ BUSTAMANTE**

  
**M.C. RAMÓN AFREDO DELGADO GONZÁLEZ**  
**COORDINADOR DE LA DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal**

**TORREÓN, COAHUILA**

**JUNIO DE 2016**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**Uso de las algas en la alimentación de los animales domésticos**

**POR**

**MARIA MAGDALENA LAGUNA GONZÁLEZ**

**MONOGRAFÍA**

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**APROBADA POR**

**PRESIDENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE**

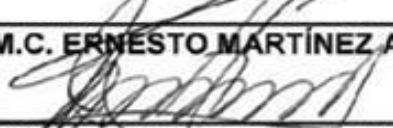
**VOCAL**

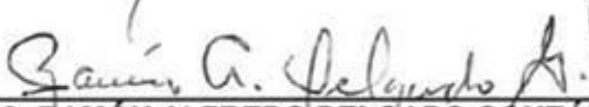
  
\_\_\_\_\_  
**M.V.Z. GUADALUPE SÁNCHEZ LOERA**

**VOCAL**


  
\_\_\_\_\_  
**M.C. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA**

**VOCAL SUPLENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. JESÚS ALFONSO AMAYA GONZÁLEZ**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ**

**COORDINADOR DE LA DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

  
Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

**TORREÓN, COAHUILA**

**JUNIO DE 2016**

## **AGRADECIMIENTO**

### **A Dios**

A ti mi Dios por darme la vida, Fe y fortaleza, por amarme de la forma en que lo haces, por estar a mi lado en cada momento, te dedico esta victoria. Gracias por brindarme las oportunidades que se me presentaron a lo largo de mi carrera, por guiar mis pasos y regalarme a la mejor familia del mundo. A ti mi virgencita de María de Guadalupe, mi morenita hermosa, gracias por estar siempre conmigo.

### **A mis padres**

Por haberme apoyarme a lo largo de mi carrera y darme la oportunidad de realizar mis sueños siempre estén a mi lado los amo.

A mi hermano Fernando y mi hermana Fabiola, por apoyarme en mi carrera y ser mis modelos a seguir los amo.

### **A MI ALMA MATER**

Por brindarme la oportunidad de formarme como profesionista y ser humano al mismo tiempo, me siento orgulloso de ella, eres una escuela noble, gracias por cobijarme. Te llevaré siempre en mi corazón, te Amo mi Narro del alma. Nunca terminaré de agradecerte todo lo que me diste. Orgullosamente Buitre

## **DEDICATORIA**

Selo dedico a mi hijo Raulito por estar con migo y ser un motor muy importante en mi vida gracias mi amor por ser mi hijo.

A dios por permitirme llegar hasta donde estoy por no abandonarme en los momentos difíciles.

A mis hermosos padres por permitirme seguir con mis estudios por darme sus consejos cuando más los necesite gracias.

A mi querido patólogo ramón Alfredo González por apoyarme a terminar mi monografía por su paciencia y entrega como maestro mil gracias por su ayuda que si no fuera por usted esto no hubiera sido posible gracias patólogo.

A mi querido asesor de monografía Juan David Hernández Bustamante por apoyarme en esta etapa de mi vida y darme ánimos.

## RESUMEN

Las algas marinas son Plantas a cuánticas que viven en los fondos marinos, éstas plantas son silvestres, manteniendo de por vida todas las propiedades naturales al 100%.están clasificadas dentro de un grupo de vegetales primitivos, dotadas de pigmentos que se clasifican en azules, verdes, amarillas, rojas o pardas. Estas viven y se desarrollan en aguas dulces, salada también son utilizadas como tratamiento de aguas residuales también son utilizadas para producir grandes cantidades de algas con el fin de generar gas metano para su uso como combustible además de limpiar las aguas residuales por ello La presente revisión se llevó a cabo para fomentar el uso de las algas de aguas marinas y terrestres como alternativa para la alimentación de los animales, siempre y cuando se realicen análisis que establezcan que son inocuas, ya que debido a su capacidad de bioacumulación, concentran niveles altos de minerales, pero también pueden resultar tóxicas por presentar metales pesados si se consumen a largo plazo.

**Palabras clave:** Algas, valor nutricional, *Sargassum*spp., *Ulca* spp., animales

# ÍNDICE

## Tabla de contenido

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	i
DEDICATORIA .....	ii
<b>RESUMEN</b> .....	iii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. LITERATURA REVISADA</b> .....	2
<b>2.2. Generalidades</b> .....	2
<b>2.1. Historia evolutiva de las algas</b> .....	2
<b>2.2 Reproducción de las algas</b> .....	3
<b>2.3 Recolección de las algas</b> .....	4
<b>2.4 Valor nutricional de las algas</b> .....	5
<b>2.5 Las algas como bioacumuladoras de elementos tóxicos</b> .....	7
<b>2.6 Algas que se utilizan en la alimentación de los animales</b> .....	8
<b>2.7 Tipos de alimentación para el ganado</b> .....	8
<b>2.8 Las algas como alimento para los rumiantes</b> .....	9
<b>2.9 Las algas como alimento para las aves</b> .....	11
<b>2.10 Las algas como alimento para los cerdos</b> .....	12
<b>III CONCLUSIÓN</b> .....	13
<b>IV LITERATURA CITADA</b> .....	14

## I. INTRODUCCIÓN

Desde hace varios siglos las algas marinas se han utilizado en la alimentación del hombre y de los animales. Tanto en los países orientales como en los europeos el consumo de algas es muy frecuente, creando así en nuestro medio la necesidad de obtener fuentes diferentes a las usuales de forrajes que se puedan utilizar en épocas de escasez y sequías, para el mantenimiento y la producción de carne y leche. Las algas marinas son una alternativa para lograr este fin. En México, las algas son muy abundantes en todas sus costas y muy diversas, principalmente en la Península de Baja California.

Las algas se utilizan para producir compuestos químicos de alto valor, tales como pigmentos, antioxidantes y biocombustibles, además las algas como alimento para el ganado puede representar un mercado a largo plazo.

Las algas son microorganismos fotosintéticos procariotas o eucariotas que convierten la luz solar y dióxido de carbono en la biomasa que incluye lípidos, proteínas y carbohidratos. Ventajas del uso de micro algas para la producción de combustible e incluyen facilidad de cultivo, con el uso de agua no apta para el cultivo o el consumo humano.

El objetivo de la presente revisión es mostrar el valor nutricional de las algas marinas y sus beneficios en la alimentación de los animales para la producción de carne y leche.



## II. LITERATURA REVISADA

### 2.2. Generalidades

Las algas se han utilizado para la alimentación animal desde hace muchos años, sin embargo las investigaciones al respecto no han sido suficientes. Desde hace mucho tiempo se han utilizado las algas para la alimentación animal, pero en los climas cálidos las investigaciones han sido pocas. A pesar de ello, se han utilizado harinas de algas de alta calidad con muy buenos resultados, hasta en un 10% de la alimentación del ganado, aunque se pueden administrar en pequeñas proporciones en la dieta sin afectar la producción animal. Las algas en general tienen buenos niveles de vitamina A (Bo, 1982).

### 2.1. Historia evolutiva de las algas

Las algas son organismos autótrofos de organización sencilla, que realizan la Fotosíntesis, produciendo gran cantidad de oxígeno, el exceso es liberado al ambiente, por ello son consideradas como el pulmón del Planeta Tierra. Viven en el ambiente marino o en ambientes muy húmedos. Pertenecen al Reino Protista (Eisen y Fraser, 2003).

En el eucariótico árbol de la vida, el hecho de que los linajes fotosintéticos estén colocados en cuatro supergrupos tiene importantes consecuencias evolutivas. Se conoce que la historia de la fotosíntesis eucariótica se desarrolla con una endosimbiosis primaria entre un protista heterótrofo ancestral y una cianobacteria que dio origen a los glaucofites, algas rojas y *Viridiplantae* (algas verdes y plantas de la tierra). Estos plástidos primarios se transfirieron entonces a otros grupos eucarióticos a través de endosimbiosis secundaria. Un alga roja fue capturado por los ancestros de los stramenopiles, alveolatas (dinoflagelados, apicomplexa, chromeridae), criptofitas y algas calcáreas, mientras que las algas verdes fueron capturadas de forma independiente por los ancestros comunes de las euglenofitas y chlorarachniophytes. Un caso separado de endosimbiosis primaria se observa en la

ameba *Paulinellachromatophora*, que tiene al menos nueve especies hermanas heterótrofas. Los datos del genoma de *Paulinella*, proporcionan una detallada comprensión de las primeras etapas de la creación de los plástidos. Por lo que se han proporcionado muchos nuevos conocimientos sobre la taxonomía, filogenia y la historia de la evolución de los eucariotas fotosintéticos (Kim *et al.*, 2014).

Las plantas verdes (Viridiplantae) se dividen en dos principales linajes: las Clorofitas, que contiene la mayor parte de las algas verdes existentes, y las Streptofitas, que contienen el alga verde que pertenece a la Caroficeae. Se cree que las primeras plantas eran algas verdes unicelulares que tenían células reproductivas (gametos), zoosporas de algunos taxones, tanto de Clorofitas como de Streptofitas (Turmelet *et al.*, 2008).

Las *Florideophyceae* es la clase de alga roja más conocida que comprende el 95% de las especies actualmente descritas de *Rhodophytas*. Tienen un ciclo de vida trifásico que consiste en un corposporofito, gametofito y tetrasporofito, que pueden producir miles de corposporas diploides de una sola singamia aprovechando fusiones de célula a célula que. Cada corposporas se convierte en un tetrasporofito que produce cuatro tetrasporas haploides por célula diploide través de la división meiótica (Yang *et al.*, 2016).

## 2.2 Reproducción de las algas

Las algas se reproducen en forma sexual, vegetativa y asexual. La multiplicación vegetativa es la principal vía del desprendimiento de partes del talo, así como proliferaciones laterales de la lámina, que cavan fijándose al sustrato y originando otro individuo nuevo; también existen los estolones o tallos paralelos al suelo, que van formando nuevos talos. La reproducción sexual y asexual son la formación de células especializadas en el talo que son las que hacen un nuevo talo, como sea la formación de estas células se observa entre reproducción sexual y asexual. La reproducción sexual es la formación de gametos; estos son los óvulos (oosferas) y espermacios, que se producen en áreas especializadas (gametagios), y cuya función

origina un cigoto que origina un nuevo talo. El talo que produce gametos se llama gametofito que pueden ser gametofitos masculinos y gametofitos femeninos (Menéndez y Fernández, 2005).

### **2.3 Recolección de las algas**

La recolección de algas se realiza donde crecen pegadas a las rocas o en fondos arenosos en aguas costeras que tienen profundidades hasta de 10 m. La recolección indirecta de lo que el mar lleva a las playas, conocido como “arribazones”, puede ser sumamente productiva y sostenible. Estas algas, que son arrancadas de su punto de crecimiento por efectos del mar, a menudo durante tormentas, llegan a la playa a veces en grandes cantidades y por lo general en muy buen estado de conservación, de hecho vivas. Lo importante es tomarlas y procesarlas después de ser depositadas en la arena pues desde ese momento comienza su decaimiento y descomposición (Radulovich et al., 2013).

Es importante iniciar la recolección cuando la marea ha comenzado a bajar. Se debe llevar ropa para trabajar con comodidad en cada estación del año, botas de hule y suficiente cantidad de bolsas de polietileno. Si se va a realizar un estudio, se utilizan frascos, cuchillo, etiquetas de papel, lápiz, un balde y un cuaderno de campo. Una vez recolectada se puede llevar al laboratorio en agua de mar, o deberán conservarse en una solución de formaldehído al 4% en agua de mar para su conservación (Boraso et al., 2004).

La conservación de las algas después de su cultivo debe tener una humedad menor al 11%, para que sean almacenadas por largo tiempo y que no tenga contaminantes con bacterias y hongos o que estos sean mínimos. Las algas se conservan secas para mantener su calidad, con una técnica de secado al sol, sobre una base de cemento (Carrillo *et al.*, 2002).

Durante la técnica de secado no se deben tener crecimientos de bacterias patógenas o contaminantes como coliformes y mesófilos aerobios, para considerarlas para consumo de los animales o de humanos (Aguilera, 1999).

## 2.4 Valor nutricional de las algas

En los últimos años la alimentación humana ha realizado una serie de cambios sustanciales conocidos con alimentos funcionales, los cuales deben tener un alto valor nutritivo, ser inocuos para evitar enfermedad y manteniendo un bienestar individual y colectivo. Los organismos marinos son una importante fuente de este tipo de alimento, sobre todo las algas marinas debido a su abundancia y diversidad de especies. Es conocido que las algas contienen suficientes nutrientes como las proteínas, vitaminas, minerales, polisacáridos, ácidos grasos poli-insaturados, aminoácidos y polifenoles, además de ser nutraceuticos, que de acuerdo a sus propiedades terapéuticas son antioxidantes, antitumorales, antivirales, hepato y neuroprotectores (García *et al.*, 2010).

Cada especie de algas tiene una composición química diferente de acuerdo al lugar de donde provienen ya sea en forma natural o cultivadas, así como debido al medio ambiente considerando las condiciones atmosféricas, además del período de recolección. Las algas llegan a tener hasta un 33-50% de fibra alimentaria en peso seco), niveles de proteínas de 5-24% (algas pardas) hasta 10-47% (algas rojas y verdes) (Mohamed *et al.*, 2012).

Las principales algas marinas que se utilizan comúnmente como alimento para humano es la especie de alga roja *Porphyraspp.*, y las algas pardas, *Laminariaspp.* y *Undaria* (Wakame), las cuales en la actualidad son cultivadas en algunos países como Japón, China y Chile (Fukuda *et al.*, 2007; FAO, 2010).

Las algas se clasifican de acuerdo a su color en verdes, rojas, y pardas. Las algas verdes son las de mayor contenido de proteína, ya que tienen desde 30 a 32% de proteína en materia seca, principalmente del género *Enteromorpha compressa* y *Ulva lactuca*, respectivamente; de las algas rojas se encuentra *L. johnstonii*, mientras que para las algas cafés el contenido es mínimo (Carrillo *et al.*, 2002).

Las algas son una excelente fuente de minerales, carbohidratos y aminoácidos. Son bajas en lípidos y carbohidratos digestibles, y tienen altas concentraciones de minerales y vitaminas, y tienen hasta de 8 a 10% de proteína bruta (Jiménez y Goñi 1999; Castro *et al.*, 1992; Castro *et al.*, 1994). Los aminoácidos de las proteínas de las algas son la glicina, arginina, alanina, triptófano, fenilalanina y ácido glutámico, fundamentales como requerimientos para el organismo, sus aminoácidos limitantes son lisina y cistina (Carrillo *et al.*, 1992).

El contenido de proteínas de las algas verdes y de algunas rojas se compara con el contenido de proteína del maíz, trigo y avena, que van de 7% a 15% (Chávez *et al.*, 1996). En las algas rojas están presentes el aminoácido libre taurina, que es el que se encuentra en todos los tejidos. La taurina participa en muchos procesos fisiológicos como osmoregulación, inmunomodulación, y estabilización de membranas, tiene un rol muy importante en el desarrollo ocular y del sistema nervioso. Además, las algas marinas tienen un efecto anticarcinogénico, además de estimular el sistema inmune (Okaiet *al.*, 1998). Las algas son excelente fuente de vitaminas A, B1, B12, C, D y E, riboflavina, niacina, ácido pantoténico y ácido fólico.

Las grasas, vitaminas y pigmentos, en general son bajas en los tres grupos de algas de entre 0.5% a 3%, similar al arroz, el centeno, el frijol, el garbanzo y las habas que tienen menos de un 2% (Chávez *et al.*, 1996).

Las algas *M. pyrifera* y *Sargassum*spp. se utilizan como suplemento mineral al mezclarse con otros forrajes, debido a su aporte de energía, y a la alta digestibilidad de las algas y alto valor en nutrientes como aminoácidos (Gojon *et al.*, 1998). Presentan un alto porcentaje de minerales (36% de peso seco), como sodio, calcio, potasio, cloro, sulfuro y fósforo. La *Ulva lactuca* aporta macrominerales como calcio, y de los microminerales están presentes el yodo, hierro, zinc, cobre, selenio, molibdeno, flúor, manganeso, boro, níquel y cobalto. El contenido de lípidos en las algas es bajo, de 1 a 5% (Quitral *et al.*, 2012).

La harina de *Sargassum*spp tiene un alto contenido de carbohidratos y ácidos grasos omega 3, además de potasio, sodio, magnesio, calcio y de elementos traza como el hierro, cobre y zinc. Muestra altos niveles de retinol y vitamina C. Los aminoácidos esenciales, también en altas concentraciones son lisina, fenilalanina, tirosina y treonina, glutamina y asparagina (Casas *et al.*, 2006).

Las algas *Sargassum*spp presentan baja proteína < 20%, y fibra cruda < 18%, sin embargo, son consideradas como un alimento energético por el National Research Council (N.R.C., 1981), con calidad similar al arroz, la avena, el centeno, la cebada, el sorgo, el trigo, el maíz y la remolacha azucarera. La cantidad de fibra cruda es variable, desde 3.9% a 13.5%, comparados con la avena que tienen 7%, el germen de trigo 14%, leguminosas como el frijol, el garbanzo y las alubias tienen aproximadamente 5% (Marín, 1999; Chávez *et al.*, 1996) y algunos ingredientes empleados frecuentemente en la alimentación animal y considerados altamente fibrosos como el heno de alfalfa y de avena tienen entre 25% y 35% (Carrillo *et al.*, 2002).

## **2.5 Las algas como bioacumuladoras de elementos tóxicos**

La digestibilidad de las algas puede alterarse con sustancias tóxicas como los taninos, alcaloides, glucósidos cianogénicos y saponinas, entre estas algas que no representan ningún riesgo para utilizarse como alimento en humanos y animales están *Sargassum*spp., *S. sinicola* y *Enteromorpha*spp. (Manzano y Rosales, 1989). Algunos estudios sobre la calidad de las algas no han mostrado factores antinutricios o tóxicos (Carrillo *et al.*, 1992), sin embargo, a pesar de que las algas utilizadas como alimento de gran valor nutritivo, es necesario el análisis de las mismas por seguridad e inocuidad alimentaria, de acuerdo a la legislación vigente en la Unión Europea, principalmente, para el consumo de algas (Mabeau y Fleurence, 1993). Lo anterior debido a que se ha demostrado que las algas tienen una gran capacidad de bioacumular tóxicos como metales pesados, plomo, cadmio, mercurio, cobre, manganeso, zinc y arsénico (Holdt y Kraan, 2010).

## 2.6 Algas que se utilizan en la alimentación de los animales

El alga marina *Sargassum* fusiforme de color marrón (*Sargassaceae*, *Phaeophyceae*) se encuentra entre las algas más ricas en minerales con alto contenido de calcio, yodo y magnesio, y se encuentra comúnmente en las costas de China, Japón y Corea. El *Sargassum* puede acumular grandes cantidades de metales divalentes. En este proceso de biosorción, la pared celular juega un papel importante en el metal de unión, ya que contiene una alta concentración de polisacáridos, incluyendo alginato, que es el principal polisacárido responsable de la biosorción de los metales (Zouet *al.*, 2014).

*Macrocystispyrifera* pertenece al orden de las laminarias, es un alga de gran tamaño la cual llega a alcanzar 50 metros de longitud o más; está conformada por un conjunto de estipes que se fijan al sustrato preferentemente rocoso, por medio de un rizoide. De las estirpes surgen los canuloides (ramas coriáceas), que cuentan con estructuras flotadoras llamadas neumatocistos, de aquí se despliegan las láminas. En conjunto estas estructuras forman una fronda. El hábitat de esta especie es la parte somera de la zona de mareas, y las mayores profundidades a las que se les ha encontrado corresponden a los 40 m., en áreas de fondo rocosos, formando mantos densos sobre grandes extensiones (Cruz-Suárez *et al.*, 2000).

En México hay muchas especies de algas con un gran potencial para utilizarse como alimento, sin embargo son pocos los estudios y poca la demanda para su explotación (Vega-Villasante *et al.*, 2006). De las algas más abundantes en costas mexicanas se encuentran *Macrocystispyrifera* y *Sargassum* spp. (Casas *et al.*, 2003).

## 2.7 Tipos de alimentación para el ganado

Una forma de conservar los forrajes o productos agrícolas con mucho contenido de humedad (60-70%), es el silo. El silo se prepara en un pozo profundo que se construye para que se deposite el forraje para ensilar. El ensilaje es un método de fermentación en ausencia de aire del forraje, en él se produce una gran concentración de ácido suficiente para disminuir cualquier actividad microbiana, dando a la conservación del silo un largo tiempo (Bustamante, 2004; Pineda 2015).

Los granos de cereales también se encuentran disponibles dependiendo de la zona, como el maíz, la cebada, la avena y el trigo, éstos son insumos energéticos porque tienen alto porcentaje de almidón y muy bajo en fibra, la cantidad en la dieta depende de su precio y disponibilidad. El maíz y la cebada son los más comunes que contiene en promedio 9% de proteína y alrededor de 2 y 1.30 Mcal/kg de ENm y ENg (Hidalgo, 2013).

## **2.8 Las algas como alimento para los rumiantes**

Se ha demostrado que como alimento fresco las algas son muy nutritivas para los animales como ovinos, bovinos, equinos y porcinos (Castro *et al.*, 1994). Desde la segunda guerra mundial se han utilizado algas para la alimentación de animales (cerdos, aves y caballos), ya que es bien aceptada, además de ser muy digestible. A partir de los años 60s, se han agregado entre 5 a 10% de harinas de algas del género *Fucus* y *Sargassum*, además de darse como alimento fresco. Se llega a aumentar la cantidad de leche hasta más del 20% en vacas con el uso de *Spirulina*, así como la proteína, la grasa butírica, y la lactosa, con microalgas (Bacha, 2015). Las algas marinas tienen beneficios nutricionales para bovinos debido a su alto contenido mineral (Etcheverry y López, 1982).

Las algas marinas causan un efecto benéfico en el crecimiento de los animales, así como en la producción de leche en bovinos (Franklin *et al.*, 1999). El agregado de algas parece ser beneficioso para la calidad de la leche y cantidad de espermatozoides, probable-mente por el contenido en vitamina E, o también en la acción del yodo orgánico sobre la tiroides las algas pueden ser una alternativa para utilizar los



alginatos es la adición de algas pardas finamente molidas, lo cual puede resultar más económico (Boraso *et al.*, 2004).

Usar algas marinas en la alimentación de los animales mejora la calidad de vida así como su rendimiento se observó que mejoro la calidad de la piel, se regularizo el ciclo astral así como también aumento los espermias y también su calidad por lo tanto mejora la tasa de concepción natural así como los nacimientos naturales. Además por su fuente de yodo, la *Ascophyllum* es de vital importancia para la carne, huevo, leche que son destinados para el consumo de la población es necesario que tenga dosis de yodo para el buen metabolismo de la población el *Lithothamnium* se utiliza para cambiar el pH de los suelos ácidos esta también ayuda a los rumiantes en cuanto mejora la síntesis de la flora ruminal, promueve la asimilación de nutrientes también corrige la acidez en los animales el uso de las algas marinas no afecta el metabolismo de los animales tiene muchos beneficios para los animales (Bacha, 2015).

A pesar de la baja concentración de proteína de las algas *Macrocystis pyrifera* y algunas especies de *Sargassum spp.*, comparadas con plantas desérticas, cereales y otras harinas utilizadas para la alimentación en ganado bovino en la península de Baja California, se ha demostrado que las algas acuáticas utilizadas como forraje son muy nutritivas por sus altos niveles de carbohidratos, minerales y lípidos (Vega-Villasante *et al.*, 2006).

También se ha utilizado en alimentación de ovinos encontrando buenos resultados en sus parámetros productivos (Marín *et al.*, 2003). Se ha evaluado el valor nutricional del alga *Ulvalactuca* para cabras, y se ha encontrado que se degrada hasta un 33.5% de la materia orgánica en el rumen y hasta el 9.6% de proteína, siendo este un forraje de calidad media (Ventura y Castañón, 1998). Las algas del género *Sargassum* son muy abundantes en el Golfo de California (Pacheco *et al.*, 1998). Estas algas se han estudiado como valor nutritivo para alimento de cabras, utilizando un 25% de las mismas. El contenido de nutrientes de *Sargassum spp.* fue de 89% de materia seca, 8% de proteína cruda, 31% de cenizas, 2% extracto de

éter y 39% de carbohidratos (Casas *et al.*, 2006). Se considera en éste estudio que ésta alga es una alternativa para la alimentación de cabras.

## 2.9 Las algas como alimento para las aves

En aves de postura se ha utilizado harina de *Sargassum* como suplemento alimenticio y se ha demostrado que mejoran la calidad del huevo, además de disminuir el contenido de colesterol (Meza, 1998).

Para determinar el efecto que tiene en el contenido de colesterol del huevo la adición del alga marina *Sargassum* spp., en la dieta de gallinas ponedoras Leghorn, de 19 semanas de edad, distribuidas al azar se aplicaron cinco tratamientos (0, 2, 4, 6 y 8% del alga marina). El experimento duro cinco semanas, en las cuales se registraron las variables productivas. La calidad física se evaluó en 75 huevos por tratamiento. Se tomaron 35 piezas de cada tratamiento para realizar el análisis del colesterol en huevo (yema albúmina) por cromatografía de gases. Los datos se analizaron mediante ANOVA y se aplicó la prueba de Tukey para la comparación de medias ( $P < 0.05$ ). Los resultados demostraron que con 4, 6 y 8% del alga la producción de huevo se redujo y el color de la yema aumento. Las concentraciones de colesterol (mg 100 g<sup>-1</sup> huevo fresco) fueron: 416.28 (0%), 396.77 (2%), 363.35 (4%), 309.05 (6%) y 338.76 (8%). Se determinó que incluir 4, 6, 8% del alga *Sargassum* spp., en la dieta de gallinas ponedoras bajan en una gran porción el contenido de colesterol en el huevo y afecta favorablemente el color de la yema (Carrillo *et al.*, 2012).

La *Spirulinageitleri* es una alga azul verde que crece en forma seminatural en aguas alcalinas como la del Lago de Texcoco en México. Se conoce desde la época prehispánica por su valor nutritivo y en la actualidad se ha utilizado para la alimentación de aves por su alto contenido de aminoácidos esenciales, sustituyendo pastas de oleoginosas y harinas de pescado (Cuca y Ávila, 1978).

En la producción de aves, la *Spirulina* sp. se utiliza como suplemento alimenticio principalmente de aminoácidos, así como para la pigmentación de la yema del huevo, y de la piel y tarsos del pollo de engorda, de un color amarillo aceptable, de acuerdo a los estándares del mercado del sur de México, sin alterar el crecimiento ni la producción (Bezares *et al.*, 1976).

## **2.10 Las algas como alimento para los cerdos**

En México, las algas *Macrocystis pyrifera* se han utilizado desde los años 70's, sobre todo en las costas de Baja California (Guzmán *et al.*, 1971). Las algas estimulan el crecimiento en cerdos (Cervantes *et al.*, 2003), reducen el grosor de la grasa dorsal y aumento de músculo, además de reducir las diarreas en cerdos recién destetados (Gómez *et al.*, 2003).

La inclusión de *Macrocystis pyrifera* a dietas elaboradas con harina de trigo para cerdos en crecimiento y finalización, es útil para el aumento de la ganancia de peso, la conversión alimenticia, así como las características de la canal de los cerdos. Al utilizar 1.5% de harina de algas marinas en las dietas, se incrementa hasta un 15% de peso. La conversión alimenticia presenta una respuesta significativa en un 5.6%, la grasa dorsal llega a disminuir abajo de 15% (Baca *et al.*, 2008).

Existe interés por ingredientes alternativos en las dietas que mejoren la productividad pecuaria, por ello se realizó un experimento para evaluar la inclusión de *Macrocystispyrifera* en dietas con trigo para cerdas lactantes, en la producción y composición de leche, ganancia de peso de la camada e intervalo del destete al primer estro postdestete. Se utilizaron 32 cerdas multíparas (Landrace, Duroc, Yorkshire), con cuatro dietas y ocho repeticiones. Los tratamientos fueron: T1) dieta base trigo-pasta de soya; T2) T1+1.5% algas marinas; T3) T1+3.0% algas marinas; y T4) T1+4.5% algas marinas. Las camadas se estandarizaron a ocho lechones; la producción de leche se calculó a los 6, 13, 20 y 27 d de lactancia; el porcentaje de proteína de la leche se determinó a los 13 y 27 d. La adición de algas marinas no afectó ( $p>0.05$ ) las variables analizadas. Hubo aumento ( $p\leq 0.05$ ) en las variables

productivas al avanzar la lactancia. La máxima producción de leche ocurrió entre la tercera y cuarta semanas de lactancia, y los mayores consumo de alimento y ganancia de peso de la camada en la cuarta semana. Los resultados sugieren que se pueden incluir algas marinas en dietas para cerdas en lactancia, ya que no afectan negativamente el comportamiento productivo y reproductivo de las cerdas y sus camadas (Baeza-López *et al.*, 2004).

### **III CONCLUSIÓN**

Las algas son alimentos que deben contribuir con la alimentación de los animales debido a su valor nutricional y a su contribución en la salud y el bienestar animal, disminuyendo el riesgo de enfermedades.

Esta fuente de alimentos tiene importantes reservorios de nutrientes como proteínas, vitaminas, minerales, polisacáridos, ácidos grasos poli-insaturados, aminoácidos y polifenoles entre otros

La presente revisión se llevó a cabo para fomentar el uso de las algas de aguas marinas y terrestres como alternativa para la alimentación de los animales, siempre y cuando se realicen análisis que establezcan que son inocuas, ya que debido a su capacidad de bioacumulación, concentran niveles altos de minerales, pero también pueden resultar tóxicas por presentar metales pesados.

#### IV LITERATURA CITADA

Aguilera, M.M. 1999. Evaluación química, microbiológica y toxicológica de *Enteromorpha* spp. como fuente potencial de alimento. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, Baja California Sur, México. 100 pp.

Baca, S., S.M. Cervantes, R. Gómez, S. Espinoza, W. Sauer, A. Morales, B. Araiza y N. Torrentera. 2008. Efectos de la adición de harina de algas marinas a dietas de trigo para cerdos en crecimiento y finalización. *Rev. Compu. Prod. Porcina*. 5(4):324-328.

Baeza-López, J., M. Cervantes-Ramírez, J.L. Figueroa-Velasco y M. Cuca-García. 2004. Uso de un alga marina (*Macrocystis pyrifera*) en dietas con base en trigo para cerdas en lactancia. *Agrociencia*. 38:181-189.

Bezares, S.A., F.C. Arteaga y F.C. Ávila. 1976. Valor pigmentante y nutritivo del alga espirulina en dietas para gallina de postura. *Tec. Pec. Mex*. 28:7-12.

Bo G.R. 1982. Piensos Tropicales. Resúmenes informativos sobre piensos y valores nutritivos. Edit. Fundación Internacional para la Ciencia Estocolmo, Suecia. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Italia. Pág. 427-458.

Boraso, L.A., E.A. Rico, S. Perales, L. Pérez, y H. Zalazar. 2004. Algas marinas de la Patagonia. Una guía ilustrada. Buenos Aires, Argentina. 5-42

Bacha, F. 2015. Las algas en la alimentación animal rumiantes. *NutriNews*. No. 2015. 119.

Bustamante, G.JJ. 2004. Estrategias de alimentación para la ganadería bovina en Nayarit. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental "El Verdineño". Folleto para Productores Número 1, Nayarit. p-6.

Carrillo, S., M. Casas, F. Ramos, F. Pérez-Gil y I. Sánchez. 2002. Algas marinas de Baja California Sur, México: Valor nutrimental. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 52(4):115-125.

Casas, V.M., Z.E. Serviere, B.D. Lluch, R. Marcos y R.R. Aguila, R.R. 2003. Effects of climatic change on the harvest of the kelp *Macrocystis pyrifera* at the Mexican Pacific coast. *Bull. Mar. Sci.* 73(3):545-556.

Casas, V.M. C.H. Hernández, A.A. Marín, R.R. Águila, G.C. Hernández, G.C., R.I. Sánchez y D.S. Carrillo. 2006. El alga marina *Sargassum* (*Sargassaceae*), una alternativa tropical para la alimentación de ganado caprino. *Rev. Biol. Trop.* (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) 54(1):83-92.

Castro, M.I., Carrillo, S. y Pérez, F. 1994. Composición química de *Macrocystis pyrifera* (Sargazo gigante) recolectada en verano e invierno y su posible empleo en alimentación animal. *Cienc. Marit.* 20:33-40.

Castro, M.I., Carrillo, S. y Pérez, F. 1994. Chemical composition of *Macrocystis pyrifera* (giant sargazo) collected in summer and winter and its possible use in animal feeding. *Cienc. Mar.* 20:33-40.

Castro G.M.L., Carrillo, S., Pérez-Gil, F., Manzano, R. y Rosales, E. 1992. Sargazo gigante (*Macrocystis pyrifera*): Recurso potencial para la alimentación animal. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 21:79-84.

Cervantes, M., Chi, E., Yáñez, J., Baeza, J., Torrentera, N. y Barrera, M.A. 2003. Effect of supplementing kelp (*Macrocystis pyrifera*) meal to wheat based diets for growing pigs. *J. Anim. Sci.* 81:111.

Cruz-Suárez, L.E., D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, y C. Guajardo-Barbosa, C., 2000. Uso de harina de kelp (*Macrocystis pyrifera*) en alimentos para camarón. (Eds.). Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 19-22 Noviembre, 2000. Mérida, Yucatán.

Cuca, G.M. y G.E. Ávila. 1978. Fuentes de energía y proteínas para la alimentación de las aves. Ciencia Veterinaria 2.

Chávez, M.M., V.A. Chávez, A.J. Roldán, S.J. Ledesma, M.E. Mendoza, F. Pérez-Gil, C.S. Hernández y F.A. Chaparro. 1996. Tablas de valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en Latinoamérica. Edición Internacional. Instituto Nacional de la Nutrición, Instituto Nacional de Cancerología, Editorial Pax, México.

Eisen, J.A., y C.M. Fraser. 2003. Phylogenomics: Intersection of Evolution and Genomics. *Science*. 300(5626):1706-1707. DOI: 10.1126/science.1086292

Etcheverry, H. y G.L. López. 1982. Estudios químicos en *Macrocystispyrifera* (L), constituyentes inorgánicos y orgánicos. *Rev. Biol. Mar.* 18:73.

Franklin, S.T., K.R. Martin, R.J. Baer, D.J. Schingoethe y A.R. Hippen. 1999. Dietary marine algae (*Schizochytrium* sp.) increases concentrations of conjugated linoleic, docosahexaenoic and transvaccenic acids in milk dairy cows. *J. Nutrition*. 129:2048-2052.

García, J.T., R.Y. Hernández, I.O. Valdés, R. Menéndez. 2010. Las algas marinas: Fuente de nutrición y salud. Medio Ambiente y Desarrollo. Revista Electrónica de la Agencia de Medio Ambiente Año 10, No.19, 2010 ISSN-1683-8904.

Gojon, H.H., D.A. Siqueiros y H. Hernández. 1998. In situ ruminal digestibility and degradability of *Macrocystis pyrifera* and *Sargassum* spp. in bovine livestock. *Cienc. Mar.* 24:1

Gómez, R., M. Cervantes, N. Torrentera, y S. Baca. 2003. Supplementing of kelp meal (*Macrocystis pyrifera*) to wheat based diets for weaning pigs. *J. Anim. Sci.* 81:110.

Guzmán, S., S. de la Campa, y J. Granados, J. 1971. El sargazo gigante *Macrocystispyrifera* y su explotación en Baja California. *Rev. Soc. Mex. Historia Nat.* 32:15-49.

Hidalgo L.V. 2013. Formulación de alimentos balanceados para el engorde de ganado vacuno. *Agrobanco*. Perú. Pp-13.

Holdt, S. L. y S. Kraan. (2011). Bioactive compounds in seaweed: Functional food applications and legislation. *J. Appl. Phycol.* 23(3).543-597.

Jiménez, A. y I. Goñi, I. 1999. Evaluación nutricional y efectos fisiológicos de microalgas marinas comestibles. *Arch. Latinoam. Nutr.* 49:114-120.

Kim, K.M., J.H. Park, D. Bhattacharya y H.S. Yoon. 2014. Applications of next-generation sequencing to unravelling the evolutionary history of algae. *Internal. J. Syst. Evol. Microbiol.* 64:333-345. DOI: 10.1099/ijms.0.054221-0

Mabeau, S. y J. Fleurence. 1993. Seaweed in food products: biochemical and nutritional aspects. *Trends Food Sci. Technol.* 4(4):103-107.

Manzano, M.R. y G.E. Rosales. 1989. Aprovechamiento de las algas marinas *Macrocystis pyrifera* y *Sargassum* spp. en la alimentación humana y animal. Tesis Profesional, Facultad de Química, Universidad La Salle, México, D.F. 106 pp.

Marín, A.A.. 1999. Utilización del alga *Sargassum*spp. como complemento alimenticio de ganado ovino. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, Baja California Sur, México. 86 pp.



Marín, A., M. Casas, S. Carrillo, H. Hernández y A. Monroy. 2003. Performance of sheep fed rations with *Sargassum spp.* sea algae. *Cuban J. Agric. Sci.* 37(2):119-123.

Menéndez, V.J.R. y M.MR. Fernández. 2005. Las algas: Los vegetales del mar. Asturnatura.com [en línea] Num. 10, 14/02/05. [Consultado el 25 de mayo de 2005] ISSN 1887-5068. <http://www.asturnatura.com/algas/algas.html>

Meza, A.M.I. 1998. Impacto sobre la calidad del huevo al incluir algas marinas en raciones para gallinas ponedoras. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., México 97 p.

Mohamed, S., S.N. Hashim y H.A. Rahman. 2012. Seaweeds: A sustainable functional food for complementary and alternative therapy. *Trends Food Sci. Technol.* 23(2):83-96.

Okai, Y., K. Higashi-Okai, S. Ishizaka, K. Ohtani, I. Matsui-Yuasa, y U. Yamashita. 1998. Possible immunomodulating activities in an extract of edible brown alga, *Hijikia fusiforme* (Hijiki). *J. Sci. Food Agricult.* 76:56-62.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2010. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Roma. <http://www.fao.org/docrep/013/i1820s/i1820s01.pdf>

Pacheco, R.I., Zertuche, J., Chee, B. y Blanco, R. 1998. Distribution and quantification of *Sargassum* beds along the west coast of the Gulf of California, México. *Bot. Mar.* 41:203-208.

Pineda, J.A., M.E. Sánchez, y J.P. Scaramuzza. 2015. Área de Consolidación Sistemas de Producción Pecuarios, Universidad Nacional de Córdoba. Pp-9.

Quitral, R.V., G.C. Morales, L.M. Sepúlveda, y M.M. Schwartz. 2012. Propiedades nutritivas y saludables de algas marinas y su potencialidad como ingrediente funcional. *Rev. Chil. Nutr.* 39(4):196-202.

Radulovich, R., S. Umazor, y R. Cabrera. 2013. Algas Tropicales: Cultivo y uso como alimento. Ed. Universidad de Costa Rica, San José. Pp-20.

Turmel, M., M.C. Gagnon, C.J. O'Kelly, C. Otis, y C. Lemieux. 2008. The chloroplast genomes of the green *Algae Pyramimonas*, *Monomastix*, and *Pycnococcus* shed new light on the evolutionary history of prasinophytes and the origin of the secondary chloroplasts of euglenids. *Mol. Biol. Evol.* 26(3):631–648.

DOI: 10.1093/molbev/msn285

Vega-Villasante., Cupul-Magaña, A., Carrillo-Farnés, O., Nolasco-Soria, H. F. 2006. Las algas marinas *Sargassum spp.* Y *Macrocystis pyrifera*: ¿una alternativa para el forraje del ganado bovino en la península de Baja California? *Revista cubana de Ciencia Agrícola.* pp-439.

Ventura, M.R. y I. Castañón. 1998. The nutritive value of seaweed (*Ulva lactuca*) for goats. *Small Rum. Res.* 29:325-327.

Yang, E.C., S.M. Boo, D. Bhattacharya, G.W. Saunders, A.H. Knoll, S. Fredericq, L. Graf y H.S. Yoon. 2016. Divergence time estimates and the evolution of major lineages in the florideophyte red algae. *Scientific Reports.* 6:21361. DOI: 10.1038/srep21361.

Zou H.X., N. Li, L.H. Wang L-H, P. Yu y X.F. Yan. (2014) Equilibrium and kinetic studies of Cd<sup>2+</sup> biosorption by the brown algae *Sargassum fusiforme*. *PLoS ONE* 9(4): e95242. DOI:10.1371/journal.pone.0095242.