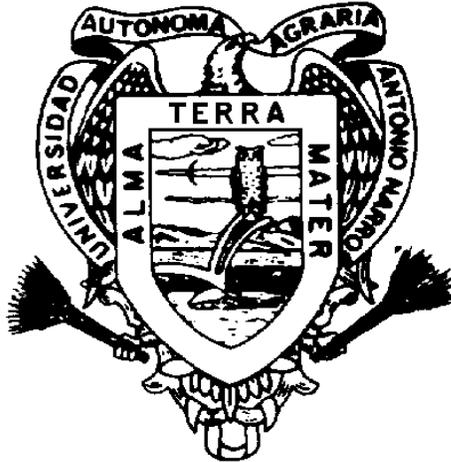


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**  
**“ANTONIO NARRO”**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**



**Efecto del Estiércol Ovino Sobre Producción y Calidad Nutritiva de  
Cebada Forrajera (*Hordeum vulgare* L.) en Buenavista.**

**Por:**

**RUBELIO HERNANDEZ VALDEZ**

**T E S I S**

**Presentada como Requisito Parcial para**

**Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Diciembre de 2004**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES**

**Efecto del Estiércol Ovino Sobre Producción y Calidad Nutritiva de  
Cebada Forrajera (*Hordeum vulgare* L.) en Buenavista.**

**POR**

**RUBELIO HERNANDEZ VALDEZ**

**TESIS**

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**A P R O B A D A**

---

**MC. Luís Pérez Romero  
PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**Ing. Manuel Ángel Burciaga Vera  
SINODAL**

---

**Ing. Víctor M. Villanueva Coronado  
SINODAL**

---

**Dr. Ramón García Castillo  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Diciembre de 2004**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios por haberme permitido llegar hasta estos días.**

**A mis asesores; MC. Luís Pérez Romero, Ing. Manuel Ángel Burciaga Vera e Ing. Víctor M. Villanueva Coronado; por haberme dado la oportunidad de realizar éste trabajo de tesis, haber sido una gran ayuda y por dedicarme su tiempo.**

**A la gente que de alguna manera me apoyo e hizo posible la realización de ésta tesis: Ing. Modesto Colín Rico, TLQ. Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel, Dr. Ramón García Castillo**

## **DEDICATORIA**

**A toda mi familia por el apoyo, la paciencia, la comprensión, por darme su confianza, por haberme dado la libertad de escoger este camino y por haber creído en mí.**

**A todos mis amigos y a mucha gente que he conocido.**

**A todos mis compañeros de generación, a mis maestros y a toda la comunidad universitaria.**

**A todos mis compañeros del equipo de Fútbol Americano con los cuales conviví desde el año 2001 hasta la fecha y con los cuales tuve el honor de jugar y luchar hombro con hombro por nuestra Alma Mater.**

**A los coachs del equipo de Fútbol Americano de ésta universidad, especialmente al Coordinador Defensivo “Coach Ing. Roberto Cepeda Hernández” por la confianza y amistad que me brindó dentro del equipo como jugador y como su asistente. Gracias por ser el mejor de mis entrenadores.**

## INDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
<b>INDICE DE CUADROS</b>	vii
<b>INDICE DE GRAFICAS</b>	ix
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	x
<b>I.- INTRODUCCION</b>	1
Objetivo General	2
Objetivo Especifico	2
Hipótesis	2
<b>II.- REVISION DE LITERATURA</b>	3
Importancia De La Cebada	3
Origen Geográfico	3
Clasificación Taxonómica	4
Descripción Botánica	4
Genética De La Cebada	6
Condiciones Ecológicas Y Edáficas	6
Rango de temperaturas	6
Humedad	6
Altitud	7
Suelos	7
Riegos	7







## INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
3.1. Resultado Del Análisis De Suelo. - - - - -	35
3.2. Calendario De Riegos. - - - - -	39
4.1. Estimación De Población Por Hectárea Por Tratamiento. - -	44
4.2. Análisis De Varianza Para La Altura Total En cm. - - -	47
4.3. Comparación De Medias Para La Altura Total En cm. Por Tratamiento. - - - - -	47
4.4. Resultados Promedio De Los Parámetros Evaluados Y Características Presentadas Por El Cultivo Por Dosis Aplicada. - - - -	48
4.5. Estimación De Rendimiento De Forraje Verde En Kg. Por Hectárea. -	49
4.6. Estimación De Rendimiento De Forraje Seco En Kg. Por Hectárea. -	50
4.7. Resultado Del Análisis Químico Bromatológico. - - - -	51
A1. Densidad De Población Promedio Por Tratamiento. - - -	58
A2. Análisis De Varianza Para La Densidad de Población Por Metro Cuadrado. - - - - -	58
A3. Tabla De Medias Para La Densidad De Población Por Metro Cuadrado Por Tratamiento. - - - - -	59
A4. Número De Culmos Promedio Por Macollo Por Tratamiento. - -	59
A5. Análisis De Varianza Para El Número De Culmos Por Macollo.-	59
A6. Tabla De Medias Para El Número De Culmos Por Macollo Por Tratamiento. - - - - -	60
A7. Longitud De La Espiga Promedio Por Tratamiento En cm. - -	60
A8. Análisis De Varianza Para La Longitud De Espiga En cm. - -	60
A9. Tabla De Medias Para La Longitud De Espiga En Cm. Por Tratamiento. - - - - -	61
A10. Altura Promedio Total Por Tratamiento En cm. - - - -	61
A11. Análisis De Varianza Para La Altura Total En cm. - - -	61

A12. Tabla De Medias Para La Altura Total En cm. Por Tratamiento.	-	62
A13. Comparación De Medias Para La Altura Total En cm. Por Tratamiento. - - - - - - - - -	-	62
A14. Valores De DMS Para La Altura Total En cm. Por Tratamiento.	-	62
A15. Rendimiento De Forraje Verde Promedio Por Tratamiento En Kg.	-	63
A16. Análisis De Varianza Para Rendimiento De Forraje Verde En Kg./m <sup>2</sup> . - - - - - - - - -	-	63
A17. Tabla De Medias Para Rendimiento De Forraje Verde En Kg./m <sup>2</sup> . Por Tratamiento - - - - - - - - -	-	63
A18. Rendimiento De Forraje Seco Promedio Por Tratamiento En Kg.	-	64
A19. Análisis De Varianza Para El Peso Seco En Kg./m <sup>2</sup> . - - -	-	64
A20. Tabla De Medias Para El Peso Seco En Kg./m <sup>2</sup> . - - -	-	64

**INDICE DE GRÀFICAS**

<b>GRÀFICA</b>				<b>PÀGINA</b>
4.1. Altura Total Promedio Por Tratamiento En cm.	-	-	-	47

## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÀGINA</b>
3.1. Croquis Del Experimento. - - - - -	39

## I.- INTRODUCCIÓN

En el pasado el abono que se aplicaba a la superficie de la tierra como fertilizante se consideraba de gran importancia. En épocas más recientes la necesidad de incrementar producción agrícola ha llevado, en muchos casos, a un empleo abusivo de fertilizantes químicos y que a su vez ha relegado al estiércol a un plano secundario.

En una integración armónica del componente animal con el agrícola, los desechos de la producción vegetal se convierten en el principal insumo de los animales, mientras que los desechos de la producción animal, estiércol, son el principal insumo de la producción vegetal.

Para la buena alimentación del ganado se debe comenzar con el manejo apropiado de la tierra, con el objeto de que produzca un máximo de alimentos y forrajes de buena calidad.

El estiércol agrícola es un producto secundario de la industria ganadera que representa una fuente de fertilización orgánica y duradera para mantener o incrementar la producción de forrajes. Además de su valor para la producción del ganado, los forrajes ayudan a embellecer el paisaje, a preservar la calidad del medio ambiente, a controlar la erosión del suelo y el escurrimiento del agua y ofrecer un gran potencial recreativo.

## **OBJETIVO GENERAL**

Aprovechar residuos orgánicos de desecho para los cultivos forrajeros con el fin de incrementar su producción.

## **OBJETIVO ESPECIFICO**

Aprovechar el estiércol de ovino incorporándolo en el terreno de cultivo al momento de sembrar cebada forrajera para tratar de incrementar su calidad y elevar la producción de forraje cosechado.

Evitar que el estiércol generado en las explotaciones pecuarias, olvidado y sin uso alguno, se acumule de manera excesiva y contamine al ambiente.

## **HIPÓTESIS**

El aplicar estiércol de ovino al terreno de cultivo antes de la siembra incrementa la producción de cebada forrajera, en comparación con la producción del terreno en donde no hubo la aplicación de estiércol.

## **HIPÓTESIS ALTERNATIVA**

La aplicación de estiércol ovino al terreno de cultivo antes de la siembra no muestra respuesta significativa en la producción de cebada forrajera.

## **II .- REVISIÓN DE LITERATURA**

### **IMPORTANCIA DE LA CEBADA**

La cebada se cultiva desde tiempos muy primitivos y era utilizada para hacer pan, incluso antes que el trigo. Plinio asegura que la cebada fue el alimento más antiguo del hombre, y algunos eruditos la consideran como la primera planta cultivada.

La cebada es una especie bajo cultivo en México, y su importancia es por su uso en la alimentación del ganado y por su demanda en la industria de la cerveza. Por lo general, los países que más la producen la utilizan en éstas dos formas.

### **ORIGEN GEOGRÁFICO**

Vavilov ha descrito dos centros de origen de la cebada. De un centro en Etiopia y en África del Norte provienen muchas de las variedades cubiertas con barbas largas, mientras que del otro centro, China, Japón y el Tibet, proceden las variedades desnudas, barbas cortas o sin barbas, y los tipos de granos cubiertos por caperuzas.

Según Brucher y Aberg, citados por Hughes y Henson, existen dos probables centros de origen, siendo uno de ellos Abisinia y el otro el sureste del Tibet, donde crece la cebada en forma silvestre.

Se supone que donde se cultivo primeramente fue en el sudoeste de Asia (mas o menos 5000 años A.C.), región en que aun pueden hallarse las cebadas silvestres *Hordeum spontaneum* y *Hordeum ithubureense*.

### CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

<b>Reino</b>	<b>Vegetal</b>
División	<i>Tracheophyta</i>
Subdivisión	<i>Pteriopsidae</i>
Clase	<i>Angiospermae</i>
Subclase	<i>Monocotiledoneae</i>
Grupo	<i>Glumiflora</i>
Orden	<i>Graminales</i>
Familia	<i>Gramineae</i>
Género	<i>Hordeum</i>
Especie	<i>Vulgare</i>

### DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La cebada tiene un hábito de crecimiento anual, con tendencias a convertirse en perenne bajo condiciones muy especiales. El tallo es de 60 cm. a 1 m. de altura. La inflorescencia es una espiga cilíndrica.

Las glumas y lemas tienen típicamente aristas (cebada barbada). La cebada desarrolla un sistema de raíces adventicias espesas al tiempo de macollar (Robles 1976).

El sistema radicular de la cebada es más superficial que el del trigo. Se estima que un 60 % del peso de las raíces se encuentra en los primeros 25 cm. del suelo y que las raíces apenas alcanzan 1.2 m. de profundidad.

La cebada es una planta de hojas estrechas y color verde claro. La planta de cebada suele tener un color verde más claro que el del trigo y en los primeros estadios de su desarrollo la planta de trigo suele ser más erguida.

Las espiguillas se encuentran unidas directamente al raquis, dispuestas de manera que se cubren unas a otras. Las glumas son alargadas y agudas en su vértice y las glumillas están adheridas al grano, salvo en la cebada conocida como “desnuda”. Las glumillas se prolongan por medio de una arista.

Las cebadas cultivadas se distinguen por el número de espiguillas que quedan en cada diente del raquis. Si queda solamente la espiguilla intermedia, mientras abortan las laterales, tendremos la cebada de dos carreras (*Hordeum distichum*); si aborta la espiguilla central, quedando las dos espiguillas laterales, tendremos la cebada de cuatro carreras (*Hordeum tetrastichum*); si se desarrollan las tres espiguillas tendremos la cebada de seis carreras (*Hordeum hexastichum*) (Guerrero 1992).

## GENÉTICA DE LA CEBADA

El genero *Hordeum* comprende cerca de 25 especies. Se encuentran tanto especies diploides como tetraploides. A diferencia del trigo y de la avena, las especies cultivadas son especies diploides.

Especies diploides ( $2n = 14$ )

Especies cultivadas. *Hordeum vulgare*, *H. distichum*, *H. irregulare*.

Especies silvestres. *H. spontaneum*, *H. agriocrithon*, *H. pucillum*.

Especies tetraploides ( $4n = 28$ )

Especies silvestres. *H. murinum*, *H. bulbosum*, *H. jubatum*, *H. nodosum*.

## CONDICIONES ECOLÓGICAS Y EDÁFICAS

### Rango de temperaturas

Temperatura mínima: 3 a 4 grados centígrados.

Temperatura óptima: 20 grados centígrados.

Temperatura máxima: 28 a 30 grados centígrados.

**Humedad.** La cebada prospera bien en regiones secas, pero el cultivo bajo condiciones de riego, no así en las húmedas y lluviosas cuyas condiciones favorecen a los fitopatógenos.

**Altitud.** Varía desde 0 a 4500 msnm. La cebada puede cultivarse a elevadas latitudes y altitudes.

**Suelos.** Se ha observado que este cultivo se adapta a muy diversos tipos de climas y suelos, es una de las razones de su distribución mundial. Se ha reportado como tolerante a la alcalinidad en comparación con el trigo y la avena, prospera mejor que ambos en suelos de textura arenosa, no así en suelos con un pH ácido. Los mejores rendimientos se obtienen en suelos tipo migaron con buen drenaje, profundos y con un pH de 6 a 8.5.

**Riegos.** Cuando se lleva a cabo el cultivo de la cebada de riego, hay que aplicar éstos de acuerdo a las necesidades de la planta; pero en términos generales, se puede afirmar que la cebada es un poco menos exigente que el trigo. El número de riegos depende del clima y del suelo principalmente (Robles 1976).

La cebada tiene un coeficiente de transpiración superior al trigo, aunque, por ser el ciclo mas corto, la cantidad de agua absorbida es algo inferior. La cebada tiene la ventaja de que exige mas agua al principio de su desarrollo que al final, por lo que es menos frecuente que en el trigo el riesgo de asurado (Guerrero 1992).

## PRÁCTICAS DE CULTIVO

**Preparación del suelo.** Lo más acostumbrado a efectuar es un barbecho, después la cruza, uno o dos rastreos y con eso está listo el terreno para la siembra.

La tierra bien desmenuzada en las labores de cultivo rompe la capilaridad, manteniendo la humedad más tiempo para su utilización por la planta, sobre todo en terrenos áridos.

**Método de siembra.** Se puede efectuar con sembradora de hileras o se puede realizar al voleo. Sembrar a chorrillo (hileras), es el mejor método. El sistema a voleo va desapareciendo año con año, salvo para las tierras pedregosas y a falta de maquinaria adecuada.

**Época de siembra.** Existen variedades de cebada de primavera e invierno. Las primeras tienen un ciclo vegetativo corto, de 60 a 70 días. Se siembran a finales del invierno o a principios de la primavera, usándose principalmente para la producción de grano. Las variedades de invierno poseen un ciclo de hasta 180 días utilizándose principalmente para la producción de forraje.

**Densidad de siembra.** La densidad de siembra en el caso de obtención de cebada para grano se recomienda de 90 a 120 Kg. por hectárea (Robles 1976).

La cantidad de semilla que se suele emplear es muy variable. Es frecuente que la cantidad empleada oscile entre 120 y 160 Kg./ha. (Guerrero 1992).

**Fertilización.** La práctica de fertilización, según se requiera, puede realizarse antes de la siembra, en el momento de la siembra, o después de la misma. En el caso de la cebada forrajera se sugiere aplicar la fórmula 30-60-00, en siembras de temporal, al momento de la siembra (Robles 1976).

El ritmo de absorción de materias minerales en la cebada es muy elevado al comienzo de la base vegetativa, disminuyendo después hasta llegar a anularse, habiéndose observado incluso, en algunos casos, excreciones radiculares de la vegetación. La extracción media de la cebada en elementos nutritivos, por hectárea y por tonelada producida, es la siguiente:

26 Kg. de N.

20.5 Kg. de  $P_2O_5$

25 Kg. de  $K_2O$ .

En la cebada a de cuidarse no hacer aportaciones excesivas de nitrógeno, ya que es muy sensible al encamado. También hay que tener en cuenta que en las cebadas cerveceras la mayor proporción de nitrógeno disminuye la calidad. Ocurre al contrario en la cebada destinada a la alimentación de ganado, en que la riqueza en proteínas es mayor cuando han sido mayores las aportaciones de nitrógeno en el abonado (Guerrero 1992).

<b>PLAGAS</b>	<b>ENFERMEDADES</b>
Chinche pequeña de los cereales.	Chahuixtle del tallo.
Pulgonos de los cereales.	Chahuixtle amarillo de la hoja.
Gallinas ciegas.	Chahuixtle de la hoja.
Gusano de alambre.	Carbón volador o descubierto.
Catarinitas.	Carbón cubierto.
Gusanos cortadores.	Cenicilla.
	Mancha reticular.

### **NUTRIENTES DE LAS PLANTAS**

Hasta la fecha se han catalogado 14 elementos esenciales para la vida de las plantas, a saber: C, O, H, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Cu, Zn .

El C, el O y el H se consideran básicos, forman el 90 % en peso seco de los vegetales y son suministrados por el agua y el aire.

Los nutrientes generalmente limitantes en los cultivos son el N, P y K y se les conoce como primarios o esenciales.

El Ca, Mg y S se les llama secundarios porque las posibilidades de que se transformen en limitantes es menor (suelos o cultivos especiales).

Los otros elementos se les llama “en trazas” fertilizantes menores etc., y solo son requeridos en pequeñas cantidades y condiciones muy especiales (deficiencia notoria en un suelo) (Flores 1990).

## **ABSORCION Y EXTRACCION DE LOS NUTRIENTES**

**Absorción de nitrógeno (N) por la planta.** La absorción de N por la planta constituye una de las partes más importantes del ciclo del N en los suelos agrícolas. Esta absorción es la que el agricultor debe optimizar para conseguir una buena producción y un beneficio económico.

**Extracción por la cosecha.** Del N absorbido por la planta, una parte vuelve al suelo después de la cosecha en forma de residuos (raíces, tallos y hojas) y puede ser aprovechado por los cultivos siguientes; otra parte se extrae del campo con la cosecha.

Existen datos de la extracción aproximada de N por las cosechas, pero estos valores no pueden emplearse directamente para el cálculo del abonado necesario para cada cultivo sin conocer la eficiencia de la utilización del N fertilizante en cada caso; esta eficiencia es variable en diferentes situaciones.

La extracción de N por la cosecha sólo da una idea de las necesidades mínimas de nitrógeno que tiene el cultivo (<http://www.larioja.org/agricultura/agrario/codigo/cod2.htm>).

## **ESTIERCOL**

Estiércol: Conjunto de residuos sólidos y líquidos de los animales producto de sus deyecciones, junto con el material usado como cama y el agua residual (Oteiza y Carmona 2001).

El estiércol, fuente importante de materia orgánica es, quizás, el subproducto agrícola de más valor. Puede considerarse como un abono completo, no bien equilibrado, por lo que tiene que completarse con algún abono fosfatado; la parte sólida es la mas rica en elementos nutritivos, pues contiene más de la mitad del nitrógeno, casi todo el fósforo y poco menos de la mitad de la potasa; en cambio de esto, los componentes de la orina son mas fácilmente asimilables (Flores 1990).

Proporciona una materia orgánica preciosa, que no puede obtenerse de los fertilizantes químicos (Ensminguer 1970).

## **MATERIA ORGÁNICA**

La materia orgánica es el componente del suelo que mejor expresa su fertilidad. Se origina en los desechos de las plantas y animales que han vivido en su superficie, esta formada por los cuerpos de los organismos muertos y los residuos de materia viva depositados sobre y dentro del suelo, tales como raíces muertas, hojas, frutos, tallos de plantas, cadáveres de insectos, gusanos y animales; las bacterias vivas y muertas; los hongos y los protozoarios; los diversos productos de la descomposición de los residuos muertos y las sustancias recientemente sintetizadas por los microorganismos activos, pues los microorganismos vivos que habitan en el suelo (haciendo el papel de peones que trabajan para el agricultor) corresponde la tarea de descomponer los residuos.

## **Importancia de la materia orgánica**

La diferencia entre un suelo fértil y uno que no lo es, la constituye el contenido de materia orgánica, ya que casi todo el azufre y el nitrógeno que contienen los suelos, se encuentran en combinación orgánica.

La importancia de la materia orgánica, en la productividad del suelo, queda de manifiesto por el hecho de que actúa como almacén de materiales nutrientes y como regulador de los mismos para el desarrollo de las plantas y porque los suelos que presentan un alto contenido de humus, sean más productivos que los suelos pobres en materia orgánica. Esto sin embargo, no quiere decir que los suelos, con un contenido relativamente bajo de materia orgánica, no sean capaces de producir una buena cosecha; la productividad de estos suelos puede ser muy alta, pero no se mantiene por largos periodos como en los suelos ricos en humus (Flores 1990).

La materia orgánica influye en la condición física, en la capacidad de retención de humedad, en el contenido de humus, en el contenido de nitrógeno y en la población microbiana de los suelos. La característica friable o suelta en la mayoría de los suelos productivos, la ocasiona el contenido bastante alto de materia orgánica.

La materia orgánica incrementa el promedio de agua en el suelo, así como la cantidad de agua que puede retener un suelo. La descomposición de la materia orgánica puede liberar nutrientes como compuestos de nitrógeno, fósforo y azufre (Metcalf y Elkins 1987).

Este elemento, que constituye en la mayoría de los suelos del 3 a 6 % en peso, mejora el cultivo de la tierra, aumenta la capacidad de retención de agua, disminuye la erosión hídrica y eólica, mejora la aireación y tiene un efecto beneficioso sobre los microorganismos del suelo y de las plantas. Es la sangre vital de la tierra (Ensminger 1973).

### **CANTIDAD, COMPOSICION Y VALOR DE LA PRODUCCION DE ESTIERCOL**

La composición varía de acuerdo con la especie, alimentación de los animales, material usado en las camas, etc., pero en términos generales según Yushok y White, el estiércol seco contiene por tonelada los siguientes principios (Oteiza y Carmona 2001):

<b>Especie</b>	<b>Nitrógeno (Kg.)</b>	<b>Ácido fosfórico (Kg.)</b>	<b>Potasa (Kg.)</b>
<b>Bovinos</b>	3.4	1.3	3.6
<b>Porcinos</b>	4.5	2.1	6
<b>Equinos</b>	8.2	2.1	8.3
<b>Ovinos</b>	6.7	2.3	7.2
<b>Aves</b>	20	23	12

A continuación se presentan datos de composición y valor del estiércol según las especies de animales confinados en establos durante todo el año por 450 Kg. de peso vivo y se basan en estiércol fresco excluyendo las camas.

Animal	Toneladas año/450 kg. de peso vivo	Composición y valor del estiércol sobre la base del tonelaje					
		Excremento	Kg./Ton	Agua %	N (Kg.)	P (Kg.)	K (Kg.)
Ovinos	6	Líquido	297				
		Sólido	603	65	12.6	1.8	9
		Total	900				
Vacas	12	Líquido	270				
		Sólido	630	79	5.04	.9	4.5
		Total	900				
Novillos en terminación	8.5	Líquido	270				
		Sólido	630	80	5.3	1.8	4
		Total	900				
Porcinos	16	Líquido	360				
		Sólido	540	75	4.5	1.2	3.4
		Total	900				
Equinos	8	Líquido	180				
		Sólido	720	60	6.2	.9	5.5
		Total	900				
Pollos	4.5	Total	900	54	14.2	3.6	3.1

La cantidad, composición y valor de la producción del abono de estiércol varía de acuerdo con las especies, peso, clase y cantidad de alimento, y la clase y cantidad del material utilizado en las camas (Ensminger 1973).

Animales	Deyecciones anuales (Kg.)		Composición Tipo de deyección	%		
	Sólidas	Líquidas		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<b>Vacuno:</b>			<b>Vacuno:</b>			
Animales jóvenes	3.650- 4.348	1.825	Excrementos sólidos	0,35	0,28	0,22
Animales de 500 Kg.	5.840	2.555				
Vacas lecheras	9.125	5.474	Orina	0,70	0,01	1,5-2
<b>Equino:</b>			<b>Equino:</b>			
Caballos 500 Kg.	6.205	1.551	Excrementos sólidos	0,50	0,35	0,30
Caballos 700 Kg.	9.125	2.737	Orina	1,20	-	1,5
<b>Porcino:</b>			<b>Porcino:</b>			
Cerdos de 40 Kg.	365	255	Excrementos sólidos	0,60	0,45	0,50
Cerdos de 80-90 Kg.	912	657	Orina	0,30	0,12	0,20
<b>Ovino:</b>			<b>Ovino:</b>			
Corderos de 25 a 30 Kg.	219	219	Excrementos sólidos	0,75	0,60	0,30
Corderos de 40 Kg.	365	328				
Corderos de 60 Kg.	547	438	Orina	1,40	0,05	1,9
<b>Aves:</b>			<b>Aves:</b>			
Gallinas	58	-	Deyecciones de gallina	1,40	1,00	0,60
Patos	84	-	Deyecciones de pato	0,80	0,50	0,70

En el anterior cuadro se menciona la producción de estiércol por año, por tipo de deyección y por su contenido de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O. El estiércol corresponde a diferentes especies de animales domésticos y en algunos casos la producción por sus diferentes pesos (<http://www.larioja.org/agricultura/agrario/codigo/cod2.htm>).

El valor monetario real del estiércol puede y debe basarse en el aumento del rendimiento de las cosechas y el costo equivalente de la misma cantidad de fertilizante comercial. Posee un valor adicional por la materia orgánica que contiene, necesaria para casi todos los suelos (Ensminger 1973).

## **EFFECTO DEL ESTIERCOL SOBRE LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO**

**Físicamente.** Los desechos animales mejoran las propiedades físicas del suelo, tales como la estructura, la velocidad de infiltración de agua, conductividad hidráulica y retención de humedad, disminución de la densidad aparente y conductividad térmica del suelo. Esto hace que el suelo, sea mas resistente a los cambios bruscos de temperatura, menos resistencia del suelo a la penetración de raíces y aumenta la facilidad e laboreo (Gavande 1979).

**Químicamente.** Las propiedades químicas del suelo que cambian por efecto de la aplicación de abonos orgánicos, son principalmente el contenido de materia orgánica, el porcentaje de nitrógeno total, la capacidad de intercambio de cationes y la concentración de sales (Trinidad 1987).

La materia orgánica sirve como depósito de elementos químicos que son esenciales para el desarrollo de las plantas. La mayor parte del nitrógeno del suelo se presenta en combinación orgánica.

Solo una pequeña parte, de ordinario del uno a tres por ciento, se presenta en formas inorgánicas en cualquier momento. También una cantidad considerable de fósforo y azufre existen en formas orgánicas (Tamhane *et al* 1979).

### **PROPIEDADES DEL ESTIÉRCOL DE OVINO**

Sus propiedades oscilan entre las del estiércol bovino y la gallinaza; es el estiércol de riquezas más elevadas en N y  $K_2O$ .

El efecto sobre la estructura del suelo es mediano. Su persistencia es de tres años, mineralizándose aproximadamente el 50% el primer año, 35% el segundo años y el 15% el tercer año (<http://www.larioja.org/agricultura/agrario/codigo/cod2.htm>).

## **APLICACION DEL ESTIERCOL**

Para que el estiércol dé los resultados apetecidos, es necesario tratarlo adecuadamente. Si se amontona y se deja a la intemperie pierde elementos nutritivos, los cuales son arrastrados rápidamente y la materia orgánica se descompone y se destruye.

Al aplicar estiércol al terreno debe hacerse uniformemente y nunca en líneas. La forma de incorporarlo depende del cultivo que piense hacerse, del suelo y de la condición del estiércol.

En cultivos como el maíz y el algodón, debe incorporarse con el arado, sobre todo si el estiércol es grueso y no está bien podrido; en el caso de cereales y praderas puede aplicarse superficialmente y ser enterrado por medio de una rastra, sobre todo cuando el estiércol es fino y está bien podrido (Flores 1990).

## **PÉRDIDA DE NUTRIENTES**

El estiércol debe considerarse primeramente como un abono nitrogenado, y en un nivel menor como abono de potasio. Las pérdidas de nutrientes del estiércol son serias. Por ejemplo, si el estiércol fermentado se deja secar en la superficie del suelo después de ser esparcido y antes de ser labrado, un 25 % del nitrógeno puede perderse por volatilización en su día, y un 50 % en 4 días.

Para un empleo mas eficaz del estiércol, éste debería ser labrado el mismo día de haber sido esparcido. Sin embargo, las condiciones del tiempo o de trabajo en ocasiones no lo permiten (Tisdale Y Nelson 1982).

### **COMPARACIÓN DEL ESTIÉRCOL Y ABONOS COMERCIALES**

Se han hecho algunas comparaciones entre el estiércol y los abonos comerciales. En un suelo arcilloso en un campo de Broadbalk, en Rothamsted, los abonos químicos usados durante 100 años han sido tan efectivos como el estiércol para la producción de trigo continuo.

Sin embargo la materia orgánica adicional aportada por el estiércol, podría incrementar la producción del cultivo en algunos suelos profundos (Tisdale y Nelson 1982).

### **EFFECTO DEL ESTIÉRCOL EN EL AMBIENTE**

Cuando los animales se explotan en régimen extensivo, las deyecciones sirven directamente como fertilizantes. Cuando son explotados intensivamente el estiércol puede, de no encontrarsele aplicación, constituir un grave problema, pues es necesario retirarlo; de otra forma se convierte en una fuente de contaminación (Oteiza y Carmona 2001).

## **Efecto en el aire**

**Calentamiento global:** por la emisión de gas metano, tanto por la fermentación ruminal como por la producida por las excretas en un manejo en el cual se produzca fermentación anaeróbica. Producción de óxido nitroso desde el estiércol a partir de reacciones con oxígeno.

**Emisión de amoníaco:** el contenido de urea del estiércol es hidrolizado por las enzimas "ureasas" de microorganismos del suelo y del mismo estiércol, produciendo amoníaco que se volatiliza. Este gas, además, ocasiona un olor desagradable. Este amoníaco puede volver a precipitar en el suelo o en la superficie de cuerpos de agua (acidificación), incrementando su contenido de nitrógeno.

**Polvo:** el estiércol seco en los corrales en zonas semiáridas o en épocas de escasas precipitaciones y viento, puede ocasionar contaminación de la baja atmósfera.

**Proliferación de moscas:** si bien no es una contaminación, hay un cambio en el medio local por el incremento de las mismas al tener sustrato en abundancia en el estiércol fresco.

## **Efecto en el suelo y agua**

**Nitratos y fosfatos.** Ya se ha mostrado que las excretas son ricas en estos componentes. Los nitratos pueden llegar por filtración o escorrentía a los cuerpos de agua. El nitrógeno puede provenir también por precipitación del amoníaco emitido desde las deyecciones, y para ser usado por las plantas debe ser oxidado por bacterias nitrificadoras a ión nitrato.

Los problemas que pueden acarrear son contaminación del recurso agua por el aumento en sus concentraciones por encima de los límites guía permitidos (por ejemplo nitratos 45 mg./lt.) y eutrofización de los ecosistemas acuáticos.

En ganado de engorda el exceso de minerales en la ración, al no ser absorbido por el tracto digestivo, es eliminado con las excretas, trasladándose al suelo, con posibilidades de pasar a los cursos de agua.

**Materia orgánica.** Si el estiércol llega a los cuerpos de agua que tienen poca renovación (poca aireación con entrada de oxígeno) sin tratamiento previo, aporta una considerable cantidad de materia orgánica con el consiguiente aumento de la eutrofización de dicho ecosistema (generalmente lagunas).

**Avermectinas.** Importancia relativa para la vida acuática. De la dosis administrada parte se elimina con la materia fecal, cumpliendo su función, por ejemplo inhibir el desarrollo de larvas de moscas parásitas del bovino (*Haematobia irritans*).

El estiércol de cientos de vacunos de un engorde a corral que hayan sido medicados con esta droga, que llegue a los cursos de agua, puede causar toxicidad en la fauna ictícola (Eco Animal Health, 2002).

## TRATAMIENTOS DEL ESTIERCOL

**Compostado de los residuos sólidos.** Se pueden realizar montículos en el suelo (1 a 2 metros de alto) o en reactores o estabilizadores cerrados. Debe haber aireación para que la materia orgánica se degrade a compuestos simples (humus). Las características ideales son humedad del 30 al 40% y temperatura 35 a 60 °C.

El proceso dura entre 2 a 3 meses. Luego puede ser usado como fertilizante natural para huertas, viveros, extensiones mayores para agricultura. Al evitarse la anaerobiosis, se minimiza la producción de metano.

**Landfarming.** Acumulación y esparcido en tierras de cultivo. Es un sistema abierto, aeróbico y directamente los procesos de degradación ocurren en el suelo. Esta práctica puede llevarse a cabo en zonas con suelos impermeables, con napas freáticas profundas, suelo sin fracturas, no erosionado.

No debe haber un recurso hídrico cercano. Si se cumplen estos requisitos se minimiza la posibilidad de lixiviación y subsiguiente contaminación del agua subterránea. La aireación para evitar la metanogénesis y facilitar la humificación se puede hacer mecánicamente con arados. La temperatura ronda los 25 a 35°C y la humedad es menor al 50%.

Se calcula un esparcido de 25 a 50 toneladas de abono por hectárea por año para ser utilizado como fertilizantes (Dyer, 1975; Klepper et. al., 2000; Pérez Carrera, 2002).

**Eliminación del olor.** Se han probado compuestos inhibidores de la ureasa para bloquear las pérdidas de nitrógeno. Se ha pulverizado la superficie de los corrales, en forma semanal, con triamida n-(n-butil) thiofosfórica (NBTP). Se inhibe la emisión de amoníaco a la atmósfera con lo cual hay menos olor en los corrales y en la vecindad (Varel, 1998; Shi, 1999) (<http://www.ingenieroambiental.com/new3informes/feedlot.htm>).

## **INCONVENIENTES DEL ESTIERCOL**

No obstante de sus reconocidas virtudes, el estiércol posee sin duda algunos inconvenientes:

**Puede propagar insectos.** El estiércol es con frecuencia el medio preferido para la reproducción de las moscas y otros insectos.

**Puede difundir enfermedades.** Cuando los animales están en contacto con sus propios excrementos, siempre hay peligro de que adquieran enfermedades infecciosas y parasitarias.

**Puede producir olores indeseables.** Si el estiércol es impropriadamente almacenado produce molestias por los olores.

**Puede diseminar semillas de malezas.** Aunque este fermentado, el estiércol contiene por lo común cierta cantidad de semillas viables de maleza, que pueden ser esparcidas por las tierras (Ensminger 1973).

### **Aspectos políticos**

Puesto que la producción de alimentos esta directamente relacionado con las demandas de la sociedad y esta exige cada vez más no solo mayor cantidad de alimentos sino que estos sean inocuos. Se han creado presiones hacia diversos órganos políticos, los cuales han establecido normas y recomendaciones de manejo para tratar de garantizar la inocuidad de los alimentos y la protección del medio ambiente; algunas de estas normas y recomendaciones son las siguientes.

Publicada en el diario oficial de la federación el 16 de octubre de 1995

**NOM-024-ZOO-1995.** Especificaciones y características zoonosanitarias para el transporte de animales, sus productos y subproductos, productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos.

5.15. El transporte de excretas de animales se podrá hacer únicamente en vehículos especializados que eviten el escurrimiento, camiones con caja sellada y que permitan su lavado y desinfección antes y después de cada traslado.

### **UTILIDADES DEL ESTIERCOL**

El empleo más común es como abono orgánico incorporándolo a las tierras de cultivo; se puede utilizar como alimento para algunas especies como en el caso de los rumiantes que reciben gallinaza.

Puede ser usado mediante equipos apropiados como fuente generadora de energía aprovechando el gas metano resultante de su fermentación anaerobia (biogás) en sistemas de calefacción, alumbrado y como combustible en las mismas explotaciones pecuarias (Oteiza y Carmona 2001).

Algunos de los usos del estiércol ovino como parte de la posible solución a la gran producción son: uso en la alimentación animal, biofertilizante, medio de cultivo para algunas bacterias y hongos, sustrato para siembra de algunas semillas, pellets con semillas, combustible biogás, combustible sólido y algunas veces la construcción.

## ESTIÉRCOL APLICADO EN CULTIVOS

Covarrubias (1989) en un análisis del crecimiento de trigo, utilizando estiércol de bovino y rastrojo de maíz en la eficiencia en uso de agua en el cultivo, reporto que:

Para la altura promedio de la planta hubo una mejor respuesta del cultivo en la interacción estiércol de bovino 30 ton/ha + rastrojo de maíz 5 ton/ha con una altura máxima promedio de 103 cm. comparado con la interacción estiércol de bovino 0 ton/ha + rastrojo de maíz 0 ton/ha con una altura máxima promedio de 95 cm.

Mientras que para la producción de biomasa la interacción estiércol de bovino 60 ton/ha + rastrojo de maíz 15 ton/ha, presenta la mayor producción con 1.431 Kg./m<sup>2</sup> superando al testigo con 0.194 Kg./m<sup>2</sup> de diferencia la cual representa el 13.55 por ciento mas de forraje.

Armas (1986) encontró que la aplicación de 20 ton/ha de estiércol de caprino favoreció la emergencia en el cultivo del sorgo, alcanzando un máximo en el porcentaje de emergencia de 92.61 % muy superior al de 77.27 % registrado con el testigo sin estiércol.

Así mismo observo que el máximo rendimiento de grano fue de 5.97 ton/ha con la aplicación de 20 ton/ha de estiércol caprino contra 4.35 ton/ha que se logro con el testigo sin estiércol.

Báez (1993) analizó 23 genotipos de cebada imberbe en los cuales evaluó la estabilidad de rendimiento de los 23 genotipos en 6 diferentes ambientes donde obtuvo un rendimiento de altura promedio de 64.998 cm., 31.57 ton/ha de forraje verde promedio y un rendimiento de forraje seco promedio de 5.787 ton/ha para la línea Buenavista 1980 utilizada en este trabajo.

Uno de los ambientes fue Santo Tomas, municipio de San Pedro de las Colonias en el estado de Coahuila, en donde no hubo fertilización química, sino una aplicación de estiércol de bovino previo a la siembra, logrando un rendimiento promedio de altura de 40 cm., 35.20 ton/ha de forraje verde promedio y un rendimiento de forraje seco promedio de 4.111 ton/ha. Los ambientes, sus fertilizantes y sus dosis de fertilización aplicadas son los siguientes:

<b>Ambiente</b>	<b>Fertilización</b>
Rancho las Vegas Francisco I. Madero Coahuila.	Sulfato de amonio y Fosfato monoamonico 78-78-00
Buenavista Francisco I. Madero, Coahuila.	Ninguna
Santo Tomas San Pedro de las Colonias, Coahuila.	Estiércol de vaca previo a la siembra
Zaragoza Coahuila. Primera fecha	Urea + Fosfato monoamonico 80-52-00
Zaragoza Coahuila. Segunda fecha	Urea + Fosfato monoamonico 57-52-00
Celaya, Guanajuato.	Urea + Fosfato monoamonico 80-52-00

Flores (1996) aplicó estiércol de ovino en un suelo calcáreo cultivado con frijol (*phaseolus vulgaris*) en dosis de 2 ton/ha, logrando resultados de 50.95 vainas por planta con la aplicación del estiércol, comparado con 46.50 vainas obtenidas con el tratamiento sin estiércol.

Así también el número de semillas por planta fue de 203.40 para el tratamiento con estiércol y 183.35 semillas para el tratamiento sin estiércol. Además el peso de 100 semillas fue de 31.70 gr. para el tratamiento con estiércol y 31.60 gr. para el tratamiento sin estiércol de ovino.

Alarcón (1997) al evaluar el efecto del estiércol ovino, combinado con fertilizante químico sobre la productividad de un suelo cultivado con maíz bajo riego, reporta que:

La altura máxima de planta fue de 1.34 metros al aplicar uno de los tratamientos denominado T1 que consistía de 60 Kg./ha de nitrógeno, 26.66 Kg./ha de  $P_2O_5$  y 10 ton/ha de estiércol de ovino y que la altura menor fue sin duda para el testigo con 0.91 metros en donde no hubo aplicación de fertilizante químico, estiércol o ambos. Para el rendimiento de materia seca también el T1 dio como rendimiento máximo promedio 15.95 ton/ha contra 8.0 ton/ha que produjo el testigo.

Lara (1995) en su trabajo de investigación titulado “labranza y adición de estiércol de bovino en tres sistemas de captación de agua con maíz” reporta los siguientes datos de rendimiento:

Tratamiento	Mazorca		Planta	
	Peso gr.	Altura cm.	Peso gr.	Altura cm.
<b>BR-N-C</b>	77.13	52.0	460.8	113.8
<b>BR-N-S</b>	66.75	51.6	420.5	106.3

Donde:

BR-N-C es el tratamiento en donde la aplicación con estiércol de bovino fue en una dosis de 20 ton/ha.

B-CR-S es el tratamiento donde no hubo la aplicación de estiércol de bovino.

Arellano (1993) al evaluar la respuesta del cilantro (*Coriandrum sativum* L) a la aplicación de estiércol bovino reporta los siguientes resultados promedio:

Tratamiento	Altura a 45 días en cm.	Rendimiento ton/ha	Número de hojas en .06 m <sup>2</sup>	Peso seco en gr./0.06 m <sup>2</sup>	Materia seca en gr./0.06 m <sup>2</sup>
0 ton/ha	17.5	22	720	7	15
40 ton/ha	28	38.5	800	9.6	18

Donde se puede observar que la aplicación de estiércol mejora todos los parámetros mencionados en éste cuadro.

Cadenas (2000) analizó la respuesta del girasol ornamental a la aplicación de estiércol de bovino como mejorador orgánico y encontró que la mezcla de estiércol bovino con tierra común, influye directamente sobre la respuesta de la longitud y diámetro del tallo.

Vega (1987) realizó un estudio comparativo de dos mejoradores del suelo en híbridos de maíz (*Zea mays L.*) bajo diferentes condiciones de humedad y reporto que:

Para la altura de la planta el valor promedio fue de 200.88 cm. al aplicar una dosis de estiércol bovino de 20 ton/ha y para el testigo sin la aplicación de estiércol se obtuvo una altura promedio de 196.03 cm.

Para el área foliar el valor promedio fue de 5846.05 cm<sup>2</sup>/planta para la dosis de 20 ton/ha de estiércol bovino y para el testigo fue de 5036.73 si aplicación de estiércol.

Salas (2002) al adicionar estiércol de caprino para control de malezas y su efecto en el rendimiento del cultivo del melón (*Cucumis melo L.*) obtuvo rendimientos promedio de 11.635 ton/ha para el tratamiento sin aplicación de estiércol y 25.68 ton/ha para el tratamiento con la aplicación de 40 ton/ha.

Ramos (1985) analizo la respuesta del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) al aplicar nueve dosis de estiércol bovino, establecido en un suelo calcáreo durante el ciclo primavera-verano de 1984 y obtuvo los siguientes resultados:

Para la altura de la planta promedio, a 100 días después de la siembra, ésta alcanzo 86.3 cm. con una aplicación de 25 ton/ha de estiércol de bovino y con otro tratamiento sin estiércol la planta alcanzo 76.3 cm. de altura.

En la producción de materia seca del follaje a 100 días después de la siembra el cultivo presento 6.182 ton/ha con el tratamiento de 25 ton/ha de estiércol, comparado con 3.852 ton/ha que se obtuvieron con el tratamiento sin estiércol de bovino.

Para el rendimiento de papa se obtuvieron 26.656 ton/ha con el tratamiento de 25 ton/ha y 24.202 ton/ha para el tratamiento sin aplicación de estiércol de bovino.

### **III .- MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **MATERIAL DE CAMPO**

El material utilizado a lo largo del trabajo experimental fue el siguiente:

Maquinaria agrícola: un tractor y la rastra para la preparación del terreno.

Herramienta: palas cuadradas, rastrillos, palas de riego, azadones, cinta métrica, hilo rafia, estacas de madera, carretilla, costales, bascula de reloj, botes o cubetas, sobres de papel, rozadera, estacas con señalamientos para cada tratamiento, un cuadro hecho de tiras de madera de 1m x 1m y cámara fotográfica digital.

#### **MATERIAL EXPERIMENTAL**

Como material experimental se utilizo estiércol de ovino, el cual se obtuvo como desecho de la unidad ovina ubicada dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” en la parte sur, la cual esta a cargo del departamento de Producción Animal de dicha universidad.

## **MATERIAL GENÉTICO**

El material genético utilizado en el experimento fue semilla de una nueva línea de cebada forrajera imberbe llamada Buenavista 1980.

Este material fue proporcionado por el Departamento de Cereales de Grano Pequeño de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

## **AGUA DE RIEGO**

Para el riego del experimento se utilizo agua reciclada que se obtuvo del estanque de almacenamiento que recibe el agua residual de las instalaciones universitarias.

## **ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO**

Una de las principales finalidades del análisis químico del suelo es determinar su riqueza en elementos nutritivos para las plantas y las necesidades de abonos, es decir, la capacidad permanente de producción y la capacidad inmediata de producción; otra de las finalidades del análisis químico es caracterizar el material que forma el suelo para obtener una descripción cuantitativa mejor y basarse en ello para la clasificación (Flores 1990).

### Resultados del análisis de suelo

Una vez muestreado el terreno de cultivo, antes de la siembra, se procedió a llevar a cabo el análisis químico de suelo para determinar las propiedades y condiciones con las que contaba el suelo.

El análisis de la muestra de suelo fue hecho por el departamento de suelos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” y los resultados son los siguientes:

**Cuadro 3.1.** Resultado del análisis de suelo.

<b>Elementos y características</b>	<b>Resultados a una profundidad de 40 cm.</b>
<b>M.O. %</b>	3.505
<b>N %</b>	0.175
<b>P ppm</b>	198.15
<b>K ppm</b>	460
<b>CO<sup>3</sup> %</b>	48.5
<b>pH</b>	8.7
<b>CE mmhos/cm.</b>	0.735
<b>ARENA %</b>	34.8
<b>LIMO %</b>	34.2
<b>ARCILLA %</b>	31

### LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Éste trabajo de investigación se llevo a cabo en la localidad de Buenavista, municipio de Saltillo, Coahuila.

## CARACTERÍSTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL

Los trabajos experimentales se llevaron a cabo en los terrenos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” la cual se ubica geográficamente a 25° 31’ latitud norte 101° 01’ longitud oeste, a una altura de 1743 msnm.

## ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO Y LABORES DE CULTIVO

El área de trabajo abarca un total de 312 m<sup>2</sup> que incluyen las 16 parcelas experimentales, 24 barreras de protección y canales de riego.

La preparación del terreno de cultivo se hace con el fin de que éste sea homogéneo en todas las parcelas y ofrecer las mismas posibilidades a toda la semilla aplicada, de tal forma que los resultados sean más precisos. Dichas labores culturales se describen a continuación.

**Rastreo:** Ésta labor tiene como objetivo fragmentar los terrones grandes que pudieran dificultar la incorporación del estiércol de ovino, la siembra y posteriormente la germinación.

**Nivelación:** La razón es facilitar el flujo del agua de riego de una manera adecuada y uniforme sobre el terreno.

**Trazo de parcelas y levantamiento de bordos:** Consistió en delimitar el área de las parcelas y de los canales de riego por medio de bordos. El número total de parcelas experimentales fue de 16 y sus medidas fueron de 3 x 3 metros dando como resultando 9 m<sup>2</sup> de área para cada una.

Alrededor de las 16 parcelas también se trazaron más parcelas y levantaron bordos, esto también con el fin de sembrarlas y crear barreras de protección para el experimento ante cualquier situación que pudiera afectar el desarrollo del cultivo y sus resultados.

**Fertilización:** Se aplicó una fertilización a todas las parcelas con iguales cantidades de urea y de fosfato diamónico las cuales fueron 118 gramos y 195.633 gramos por cada parcela de 9m<sup>2</sup> respectivamente. Mas tarde, el día 24 de Marzo de 2004, se aplicó una segunda fertilización con urea al aplicar la misma cantidad de 118 gramos que se aplicaron en la siembra.

**Aplicación del estiércol:** La aplicación e incorporación del estiércol de ovino se llevo a cabo momentos antes de la siembra. Dicho estiércol ya estaba seco desde mucho tiempo antes entonces se procedió a pesarlo y distribuirlo en las parcelas. La distribución e incorporación se hizo con un rastrillo y se tuvo cuidado de homogeneizarlo lo mejor posible. A cada parcela le correspondió su respectiva dosis, las cuales fueron: cuatro dosis de 27 Kg. para el tratamiento 1 (T1), cuatro dosis de 36 Kg. para el tratamiento 2 (T2) y cuatro dosis de 45 Kg. para el tratamiento 3 (T3), sumando 12 aplicaciones en total.

Éstas dosis corresponden a aplicaciones proporcionales de 30, 40 y 50 ton/ha respectivamente. Las cuatro parcelas restantes, de las 16 totales, corresponden a los cuatro testigos (T) que servirán como referencia para comparar los resultados totales.

**Siembra del material:** Todas las parcelas se sembraron el día (7 de Febrero de 2004) al voleo con una densidad de 120 Kg. por hectárea en proporción a los 9m<sup>2</sup> que media cada parcela y dando como resultado 108 gramos de semilla en cada una de las 16 parcelas, la semilla se incorporo al suelo con un rastrillo y de inmediato se procedió a regar.

**Riego del cultivo:** Los riegos de todas las parcelas se efectuaron según las demandas del cultivo. En total se aplicaron 4 riegos de auxilio, todos con aguas residuales y suministrados por gravedad o agua rodada a través de un canal principal, que proviene del estanque de aguas residuales de la universidad, y distribuido hacia las parcelas por canales menores, los riegos quedaron de la siguiente manera.

**Cuadro 3.2.** Calendario de riegos.

<b>Riego aplicado</b>	<b>Fecha de riego</b>	<b>Lámina de agua</b>
Primer riego	7 de Febrero de 2004	8 cm.
Segundo riego	13 de Febrero de 2004	6 cm.
Tercer riego	18 de Febrero de 2004	6 cm.
Cuarto riego	24 de Febrero de 2004	6 cm.

**Figura 3.1.** Croquis del experimento y su nomenclatura.

P	P	P	P	P	↑ N
P	P	T	T3	P	
P	T	T2	T1	P	
P	T1	T3	T	P	
P	T3	T2	T1	P	
P	T2	T	T3	P	
P	P	T1	T2	P	
P	P	P	P	P	

## **Nomenclatura de los tratamientos**

La distribución de los tratamientos en la parcela se realizó al azar y la nomenclatura representa lo siguiente:

**T:** Son las parcelas testigo.

**T1:** Son parcelas con una dosis de estiércol proporcional a 30 ton/ha.

**T2:** Son parcelas con una dosis de estiércol proporcional a 40 ton/ha.

**T3:** Son parcelas con una dosis de estiércol proporcional a 50 ton/ha.

**P:** Son parcelas que sirven de protección para el cultivo.

Las franjas sombreadas representan el canal principal y los canales secundarios de riego.

## **PARÁMETROS AGRONÓMICOS EVALUADOS**

**Densidad de población.-** Para obtener éste dato se realizó el conteo de todas las plántulas que habían emergido en un área de 1m<sup>2</sup>.

**Culmos por macollo.-** Éste parámetro consistió en seleccionar plantas al azar de cada parcela y contar el número de tallos que conformaba a cada macollo de cada planta.

**Altura total.-** Consistió en escoger plantas, ya maduras fisiológicamente, al azar de cada parcela y medir la planta desde la base del tallo a nivel del suelo hasta la parte superior de la espiga.

**Longitud de la espiga.-** Para éste caso las mediciones se hicieron también en plantas escogidas al azar y consistió en medir la longitud total, desde la base a la punta de la espiga en cada una de las parcelas.

**Rendimiento de forraje verde.-** Éste parámetro se obtuvo inmediatamente después del corte, al pesar el forraje de cada una de las parcelas y registrar los datos en Kg.

**Rendimiento de forraje seco.-** Éste dato se registro 7 días después de haber hecho el corte y el procedimiento fue pesar el forraje ya seco y registrar los datos en Kg.

## **CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES**

En este trabajo no fue necesario llevar a cabo ningún tipo de control para plagas o enfermedades, ya que la presencia de éstos no fue problema y no represento ningún potencial de riesgo para la salud del cultivo.

## DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado en este experimento fue el diseño completamente al azar con cuatro tratamientos e igual número de repeticiones para cada tratamiento. El modelo estadístico del análisis de varianza es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = observación del  $i$ -ésimo tratamiento en la  $j$ -ésima repetición.

$i = 1, 2, 3, \dots, t$  (número de tratamientos)

$j = 1, 2, 3, \dots, r$  (número de repeticiones)

$\mu$  = Efecto de la media general

$\sigma$  = Efecto del tratamiento  $i$

$\varepsilon$  = Efecto del error cometido al efectuar la  $j$ -ésima observación del  $i$ -ésimo tratamiento.

Los resultados del análisis de varianza para las características y parámetros agronómicos evaluados así como la comparación de medias se obtuvieron con un paquete de diseños experimentales (Olivares 1993).

## ANALISIS QUIMICO BROMATOLOGICO

El análisis químico bromatológico es un factor esencial para valorar el poder nutritivo de un alimento, así como su poder productivo, pues se determinan mediante él, cuantitativamente, los principios inmediatos que lo constituyen. Los procedimientos empleados comúnmente en los análisis bromatológicos, consisten en determinar grupos de sustancias que se asemejan en cualidades o composición, llamados principios inmediatos y son:

- I. Agua (humedad) = H
- II. Materia seca = MST
  - Porción incombustible
    - Cenizas, sales minerales, sales inorgánicas = C
  - Porción combustible
    - Proteína cruda o bruta = PC
    - Grasa cruda o bruta (extracto etéreo) = EE
    - Extracto libre de N = ELN
    - Fibra cruda = FC

Todos los alimentos están constituidos por dos componentes fundamentales que son el agua y la materia seca (MS), es decir, la muestra a que se ha extraído el agua por acción del calor.

## IV .- RESULTADOS Y DISCUSION

### Emergencia

La emergencia se presento el día 17 de Febrero de 2004 a 10 días después de la fecha de siembra.

### Densidad de población

El conteo de población se llevo a cabo el día 27 de Febrero de 2004 en un área de 1 m<sup>2</sup> seleccionada al azar. De los datos obtenidos se obtuvo el promedio por cada tratamiento y el testigo.

Los resultados obtenidos por cada tratamiento fueron sometidos al análisis de varianza (cuadro A2), y se encontró que no hay diferencia significativa entre tratamientos, lo que significa que cualquiera de las tres dosis de estiércol no influyeron sobre el numero de plantas establecidas por m<sup>2</sup>, al ser comparadas con el testigo.

**Cuadro 4.1.** Estimado de población por hectárea por tratamiento.

Dosis por hectárea	Población promedio / 1 m <sup>2</sup>	Población / 10 000 m <sup>2</sup>
T	390.25	3, 902, 500.
T1	397.25	3, 927, 500.
T2	399.00	3, 990, 000.
T3	382.25	3, 822, 500.

### **Culmos por Macollo**

Los datos de éste parámetro fueron tomados el día 23 de Abril de 2004. El promedio se obtuvo para cada tratamiento y para el testigo.

Todos los datos obtenidos por cada tratamiento y por el testigo fueron sometidos al análisis de varianza (cuadro A5), donde los resultados mostraron que no hubo una diferencia significativa entre tratamientos. De esta manera se observa que la aplicación de estiércol, en cualquiera de las tres dosis señaladas, no influye sobre el número de tallos o culmos por macollo, comparado con el testigo.

### **Longitud de espiga**

La toma de datos para este parámetro se llevo a cabo el día 7 de Mayo de 2004. Al igual que en los dos casos anteriores también se obtuvo un promedio para cada tratamiento y el testigo.

Los resultados obtenidos por tratamiento y por el testigo fueron analizados estadísticamente y el análisis de varianza (cuadro A8) mostró que no hubo diferencia significativa alguna entre los tratamientos y el testigo, por lo que la aplicación de las tres dosis de estiércol no influyeron de manera significativa en la longitud de la espiga, comparados con el testigo.

La cosecha se llevo a cabo el día 14 de Mayo de 2004 de forma manual utilizando una rozadera y cortando solo  $1\text{m}^2$  de cada una de las 16 parcelas con el fin de sacar la proporción por metro cuadrado y proyectar la producción en ton/ha, los parámetros agronómicos son los siguientes:

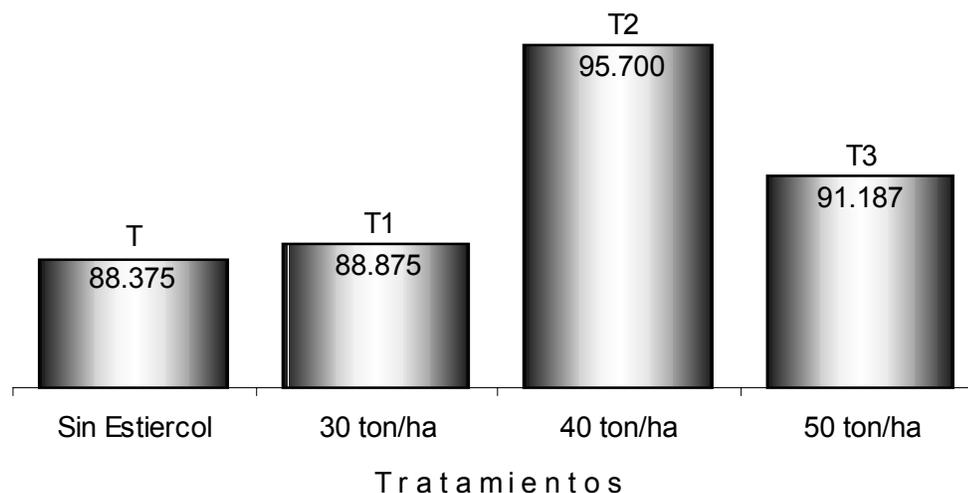
### **Altura total**

La toma de datos de las alturas fue el día 7 de Mayo de 2004 y también en esta característica se obtuvo el promedio para cada tratamiento y el testigo.

Para el parámetro de altura total promedio por tratamiento se puede observar (gráfica 4.1), que el T2 fue la aplicación que mostró mejores resultados con una altura máxima de 95.7 cm. y caso contrario con el testigo donde la altura de la planta alcanzo los 88.375 cm. en promedio, con una diferencia de 7.325 cm. entre éstos. Una altura muy pareja fue para el T y T1.

Al someter los datos al análisis de varianza (cuadro 4.2), y hacer la comparación de medias (cuadro 4.3), resulta que el mejor tratamiento fue el T2, seguido del tratamiento T3 el y por último el T1 y T fueron los tratamientos que lograron menores resultados en el cultivo.

Esto nos dice que al aplicar estiércol de ovino en una dosis de 40 ton/ha, al momento de la siembra, influye directamente sobre el incremento en la altura total de la planta, siendo la mejor dosis en comparación con el T, T1 y T3.

**Gráfica 4.1.** Altura total promedio por tratamiento en cm.**Cuadro 4.2.** Análisis de varianza para la altura total en cm.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
<b>TRATAMIENTOS</b>	3	268.187500	89.395836	3.3827	0.031
<b>ERROR</b>	28	739.968750	26.427456		
<b>TOTAL</b>	31	1008.156250			

C.V. = 5.65 %

**Cuadro 4.3.** Comparación de medias para la altura total en cm. por tratamiento.

Tratamiento	Media
<b>T2</b>	95.7000 A
<b>T3</b>	91.1875 AB
<b>T1</b>	88.8750 B
<b>T</b>	88.3750 B

Nivel de significancia = 0.05

**Cuadro 4.4.** Resultados promedio de los parámetros evaluados y características presentadas por el cultivo por dosis aplicada.

Parámetros evaluados	Dosis por hectárea			
	0 ton/ha	30 ton/ha	40 ton/ha	50 ton/ha
Densidad de población/m <sup>2</sup>	390.25 ns	397.25 ns	399.00 ns	382.00 ns
Número de culmos por macollo	5.875 ns	6.125 ns	5.500 ns	6.250 ns
Longitud de la espiga en cm.	6.3125 ns	6.8125 ns	6.9125 ns	6.8125 ns
<i>Altura total de la planta en cm.</i>	<i>88.375 B</i>	<i>88.875 B</i>	<i>95.700 A</i>	<i>91.187 AB</i>
Rendimiento de forraje verde en Kg./m <sup>2</sup>	4.875 ns	5.125 ns	5.920 ns	5.700 ns
Rendimiento de forraje seco en Kg./m <sup>2</sup>	1.4325 ns	1.5325 ns	1.5650 ns	1.5000 ns

Si hacemos una comparación con otros resultados en otros cultivos tenemos que:

Cadenas (2000) encontró que la mezcla de estiércol bovino con tierra común influye directamente sobre la respuesta de la longitud y diámetro del tallo del girasol ornamental. De esta manera, para el parámetro evaluado de la altura total, los resultados coinciden con lo dicho por Cadenas (2000).

De manera similar Vega (1997), al aplicar una dosis de 20 ton/ha de estiércol bovino como mejorador del suelo en híbridos de maíz, logro una altura de planta de 200.88 cm. en promedio contra 196.03 cm. de altura para el testigo sin estiércol bovino.

Así también Ramos (1985) obtuvo resultados parecidos en un cultivo de papa, al aplicar estiércol bovino, en donde la máxima altura de la planta fue de 86.5 cm. con una aplicación de 25 ton/ha, comparado con 76.3 cm. de altura con el tratamiento sin estiércol.

### **Rendimiento de forraje verde**

La fecha de la toma de datos para este parámetro fue el 14 de Mayo de 2004, el mismo día del corte.

Los datos fueron sometidos al análisis de varianza (cuadro A16), donde los resultados mostraron que no existe diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo, lo que significa que la aplicación de cualquiera de las tres dosis de estiércol no influyó directamente sobre la producción de forraje verde, comparado con el testigo sin estiércol ovino.

**Cuadro 4.5.** Estimación de rendimiento de forraje verde en Kg. por hectárea.

<b>Dosis por hectárea</b>	<b>Peso promedio en Kg. / 1 m<sup>2</sup></b>	<b>Peso en Kg. / 10 000 m<sup>2</sup></b>
<b>T</b>	4.875	48, 750.
<b>T1</b>	5.125	51, 250.
<b>T2</b>	5.912	59, 125.
<b>T3</b>	5.700	57, 000.

## Rendimiento de forraje seco

La fecha de toma de datos para este parámetro fue el día 21 de Mayo de 2004.

Los datos obtenidos para éste parámetro fueron sometidos al análisis de varianza (cuadro A19) el cual no mostró diferencia significativa entre tratamientos al hacer la comparación de medias, por lo tanto, el aplicar cualquiera de las tres dosis de estiércol ovino al momento de la siembra, no influye en el rendimiento de forraje seco comparado con el testigo sin estiércol.

**Cuadro 4.6.** Estimado de rendimiento de forraje seco en Kg. por hectárea.

Dosis por hectárea	Peso promedio en Kg. / 1 m <sup>2</sup>	Peso Kg. / 10 000 m <sup>2</sup>
T	1.4352	14 352
T1	1.5325	15 325
T2	1.5650	15 650
T3	1.5000	15 000

## Análisis bromatológico

El análisis bromatológico del forraje se realizó en el laboratorio de nutrición y alimentos perteneciente a la división de ciencia animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Las muestras fueron tomadas del mismo forraje que se utilizó para determinar peso fresco y rendimiento en MS. Los resultados obtenidos corresponden a cuatro muestras, T, T1, T2 y T3. Los resultados del análisis bromatológico se presentan a continuación:

En los resultados del análisis bromatológico del forraje de cebada, línea Buenavista 1980, se observa que para el contenido de proteína cruda una aplicación al terreno de cultivo al momento de la siembra con el T3 (50 ton/ha) representó la mejor opción para maximizar esta característica.

Se hace un énfasis en el contenido proteico porque, dentro de los forrajes, el mayor contenido de proteína cruda incrementa su valor alimenticio como forraje e incrementa su costo, por lo tanto representa un factor de calidad.

**Cuadro 4.7.** Resultado del análisis químico bromatológico.

Tratamiento	% MST	% H	% C	% EE	% FC	% PC	% ELN
<b>T</b>	89.725	10.275	11.72	2.3550	28.775	6.9811	39.8938
<b>T1</b>	91.415	8.585	10.60	1.9075	29.110	9.7995	39.9979
<b>T2</b>	84.465	15.535	11.26	1.5700	29.595	7.9551	34.0848
<b>T3</b>	84.700	15.300	10.61	1.7750	25.735	10.4200	36.1599

## V.- CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis estadístico de los datos los resultados obtenidos muestran que:

Para el parámetro densidad de población el tratamiento aplicado con mejor desempeño en la grafica de medias fue el T2, pero estadísticamente los tres tratamientos no representan diferencia significativa alguna, comparados con el testigo (T).

Con el parámetro de culmos por macollo el T3 fue matemáticamente el que mejores resultados mostró en el cultivo, pero de igual manera, estadísticamente hablando, no hay diferencia significativa en ninguno de los tres tratamientos y el testigo (T).

En el parámetro de longitud de espiga la aplicación del T2 fue gráficamente mejor que los demás, pero también, estadísticamente hablando, no hubo diferencia significativa entre los tres tratamientos y el testigo (T).

Para el parámetro de altura total, el aplicar estiércol de ovino al momento de la siembra en una dosis de 40 ton/ha representa la mejor alternativa para alcanzar la mayor altura de planta para esta línea de cebada forrajera, según el análisis estadístico, comparado con las aplicaciones del T1 y T3. Mientras que el T representa la alternativa menos prometedora para mejorar la altura.

Con el parámetro de rendimiento de forraje verde ó fresco el T2, aplicado al cultivo, logro medidas de peso superiores a los demás tratamientos aplicados, pero el análisis estadístico no revelo diferencia significativa alguna entre cualquiera de los tratamientos y el testigo (T).

Para el parámetro de rendimiento de forraje seco los datos graficados muestran que la aplicación del T2 al cultivo de cebada manifiesta el mayor rendimiento de forraje de cebada, pero el análisis estadístico muestra que no hay diferencia significativa entre las aplicaciones de cualquiera de los tratamientos y el testigo (T).

Para la calidad del forraje, en el contenido de proteína cruda, la aplicación del T3 (50 ton/ha) represento la mejor opción para maximizar ésta característica. Sin embargo, el contenido de proteína cruda no es el único factor para tomarse en cuenta al analizar un forraje, por lo que se recomienda analizar todos los datos en conjunto para tomar una decisión acorde a las características y necesidades nutrimentales del ganado.

De manera general se concluye que la aplicación del estiércol de ovino en una dosis de 40 ton/ha fue la única dosis que influyo de manera significativa para incrementar la altura total de la planta. Para todos los demás parámetros evaluados y características presentadas por la cebada forrajera, las dosis aplicadas no tuvieron ningún efecto.

## VI .- LITERATURA CITADA

Alarcón Del Cid, L.A. 1997. Efecto de estiércol de bovino combinado con fertilizante químico sobre la productividad de un suelo cultivado con maíz bajo riego. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

Arellano, R. J. J. 1993. Respuesta del cilantro (*Coriandrum sativum L.*) a la aplicación de ácidos húmicos y estiércol de bovino. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

Armas, E. R. 1986. Efecto de dos mejoradores de suelo, en sorgo de grano (*Sorghum vulgare, Pers*) bajo condiciones de riego en Anáhuac, N.L. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

Báez, M. P. 2003. Estabilidad de rendimiento de forraje en líneas imberbes de cebada (*Hordeum vulgare L*) mediante el método de Eberhart y Russell. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

Cadenas, C. F. 2000. Respuesta del girasol ornamental (*Heliantus annuus L*) cv. Sunbright, a la aplicación del estiércol de bovino como mejorador orgánico. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

Covarrubias, R. J. M. 1989. Eficiencia en uso de agua en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum*, L) con residuos orgánicos. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

Ensminger M. E. 1973. Producción ovina. Editorial "Ateneo". Cuarta edición. Buenos Aires. Argentina. 545 pág.

Flores, H. I. A. 1996. Aplicación de escorias, estiércol y un bioactivador en un suelo calcáreo cultivado con frijol (*Phaseolus vulgaris*). Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

Flores M. J. A. 1990. Bromatología Animal. Ed. Limusa. Tercera edición. México DF. México. 1096 pág.

Gavande, S. A. 1979. Física de suelos, principios y aplicaciones. Limusa. México. 20 - 33 pp.

Guerrero G. A. 1992. Cultivos herbáceos extensivos. Ed. Mundi Prensa. 5ª Edición. Madrid, España. 122 - 159 pp.

Lara, M. J.L. 1995. Labranza y adición de estiércol de bovino en tres sistemas de captación de agua con maíz AN-310 (*Zea mays*, L) en temporal. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

Metcalf D. S., y Elkins D. M. 1987. Producción de cosechas. Ed Limusa. Primera edición. México DF. México 991 pág.

Olivares S. E. 1993. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.4. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N. L.

Oteiza F. J., y Carmona M. J. R. 2001. Diccionario de Zootecnia. Ed Trillas. Cuarta edición. México DF. México. 323 pág.

Ramos, R. J. N. 1985. Respuesta del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) a nueve dosis de estiércol bovino, establecido en un suelo calcáreo. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

Robles S. R., y Garza G. J. L. 1976. Producción de granos y forrajes. Ed. Limusa. Primera reimpresión. México. pág. 247-266

Salas, H. M. A. 2002. Solarización y adición de estiércol caprino para el control de malezas y su efecto en el rendimiento del cultivo del melón (*Cucumis melo L.*). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

Tamhane, R. V., y D. Motiramani P y Y. Bali P. Suelos, su química y fertilidad en zonas tropicales. Ed. Diana. México. 232 pág.

Tisdale S. L., y Nelson W. L. 1982. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Ed UTEHA. Primera edición en español México, DF. México. 760 pág.

Trinidad, S. A. 1987. El uso de abonos orgánicos en la producción Agrícola. Serie de cuadernos de edafología 10. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 13 y 31 pág.

Vega, S. P. 1987. Estudio comparativo de dos mejoradores del suelo en híbridos de maíz (*Zea mays L.*) bajo diferentes condiciones de humedad. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

<http://www.ingenieroambiental.com/new3informes/feedlot.htm>

<http://web2.senasica.sagarpa.gob.mx/xportal/dgsa/mrni/Doc319/NOM-024.DOC>.

<http://www.larioja.org/agricultura/agrario/codigo/cod2.htm>.

## VII. APENDICE

**Cuadro A1.** Densidad de población promedio por tratamiento.

Tratamiento	Parcela	# Plantas/m <sup>2</sup>	Media
TR <sub>1</sub>	4	439	390.25
TR <sub>2</sub>	9	359	
TR <sub>3</sub>	12	398	
TR <sub>4</sub>	16	365	
T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	1	432	397.25
T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	8	397	
T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	11	411	
T <sub>1</sub> R <sub>4</sub>	14	349	
T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	2	362	399.00
T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	5	439	
T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	7	410	
T <sub>2</sub> R <sub>4</sub>	13	385	
T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	3	311	382.25
T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	6	494	
T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	10	347	
T <sub>3</sub> R <sub>4</sub>	15	377	

**Cuadro A2.** Análisis de varianza para la densidad de población por metro cuadrado.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
<b>TRATAMIENTOS</b>	3	698.250000	232.750000	0.0934	0.962
<b>ERROR</b>	12	29896.250000	2491.354248		
<b>TOTAL</b>	15	30594.50000		<b>C.V. = 12.73 %</b>	

**Cuadro A3.** Tabla de medias para la densidad de población/m<sup>2</sup> por tratamiento.

Tratamiento	Repeticiones	Media
T	4	390.250000
T1	4	397.250000
T2	4	399.000000
T3	4	382.250000

**Cuadro A4.** Número de culmos promedio por macollo por tratamiento.

Tratamiento	Parcela	Macollos en planta 1	Macollos en planta 2	Media
TR <sub>1</sub>	4	6	4	5.875
TR <sub>2</sub>	9	6	8	
TR <sub>3</sub>	12	6	4	
TR <sub>4</sub>	16	7	6	
T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	1	6	6	6.125
T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	8	7	5	
T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	11	6	6	
T <sub>1</sub> R <sub>4</sub>	14	6	7	
T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	2	6	5	5.5
T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	5	6	6	
T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	7	5	5	
T <sub>2</sub> R <sub>4</sub>	13	7	4	
T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	3	5	6	6.25
T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	6	7	7	
T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	10	5	7	
T <sub>3</sub> R <sub>4</sub>	15	7	6	

**Cuadro A5.** Análisis de varianza para el número de culmos por macollo.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
<b>TRATAMIENTOS</b>	3	2.625000	0.875000	0.8991	0.544
<b>ERROR</b>	28	27.250000	2491.354248	0.973214	
<b>TOTAL</b>	32	29.875000		<b>C.V. = 16.62 %</b>	

**Cuadro A6.** Tabla de medias para el número de culmos por macollo por tratamiento.

Tratamiento	Repeticiones	Media
T	8	5.875000
T1	8	6.125000
T2	8	5.500000
T3	8	6.250000

**Cuadro A7.** Longitud de la espiga promedio por tratamiento en cm.

Tratamiento	Parcela	Planta 1	Planta 2	Promedio
TR <sub>1</sub>	4	6	6.5	6.3125
TR <sub>2</sub>	9	5	6	
TR <sub>3</sub>	12	6.5	6	
TR <sub>4</sub>	16	7.5	7	
T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	1	6	9	6.8125
T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	8	7.5	6.5	
T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	11	6	6.5	
T <sub>1</sub> R <sub>4</sub>	14	7	6	
T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	2	7	7	6.8300
T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	5	7	7	
T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	7	7	6.83	
T <sub>2</sub> R <sub>4</sub>	13	7	6.5	
T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	3	6	6.5	6.8125
T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	6	6	8.5	
T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	10	6	7.5	
T <sub>3</sub> R <sub>4</sub>	15	7	7	

**Cuadro A8.** Análisis de varianza para la longitud de espiga en cm.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
<b>TRATAMIENTOS</b>	3	1.759888	0.586629	0.9586	0.572
<b>ERROR</b>	28	17.135010	0.611965		
<b>TOTAL</b>	31	18.894897		<b>C.V. = 11.65 %</b>	

**Cuadro A9.** Tabla de medias para la longitud de espiga en cm. por tratamiento.

Tratamiento	Repeticiones	Media
T	8	6.312500
T1	8	6.812500
T2	8	6.912500
T3	8	6.812500

**Cuadro A10.** Altura promedio total por tratamiento en cm.

Tratamiento	Parcela	Planta 1	Planta 2	Media
TR <sub>1</sub>	4	98	96	88.375
TR <sub>2</sub>	9	82	81	
TR <sub>3</sub>	12	81	86	
TR <sub>4</sub>	16	90	93	
T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	1	92	98	88.875
T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	8	91	90	
T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	11	87	86	
T <sub>1</sub> R <sub>4</sub>	14	85	82	
T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	2	89	95	95.3333333
T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	5	97	97	
T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	7	94	99.6	
T <sub>2</sub> R <sub>4</sub>	13	96	98	
T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	3	93	93.5	91.1875
T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	6	86	89	
T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	10	86	97	
T <sub>3</sub> R <sub>4</sub>	15	98	87	

**Cuadro A11.** Análisis de varianza para la altura total en cm.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
<b>TRATAMIENTOS</b>	3	268.187500	89.395836	3.3827	0.031
<b>ERROR</b>	28	739.968750	26.427456		
<b>TOTAL</b>	31	1008.156250		<b>C.V. = 5.65 %</b>	

**Cuadro A12.** Tabla de medias para la altura total en cm. por tratamiento.

Tratamiento	Repeticiones	Media
T	8	88.375000
T1	8	88.875000
T2	8	95.699997
T3	8	91.187500

**Cuadro A13.** Comparación de medias para la altura total en cm. por tratamiento.

Tratamiento	Media
2	95.7000 A
3	91.1875 AB
1	88.8750 B
T	88.3750 B

Nivel de significancia = 0.05

**Cuadro A14.** Valores de DMS para la altura total en cm. por tratamiento.

dms	Valores
( 3 4 )	5.2641
( 3 2 )	5.2641
( 3 1 )	5.2641
( 4 3 )	5.2641
( 4 2 )	5.2641
( 4 1 )	5.2641
( 2 3 )	5.2641
( 2 4 )	5.2641
( 2 1 )	5.2641
( 1 3 )	5.2641
( 1 4 )	5.2641
( 1 2 )	5.2641

**Cuadro A15.** Rendimiento de forraje verde promedio por tratamiento en Kg.

Tratamiento	Parcela	Peso	Promedio
TR <sub>1</sub>	4	7.6	4.875
TR <sub>2</sub>	9	2.6	
TR <sub>3</sub>	12	5.6	
TR <sub>4</sub>	16	3.7	
T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	1	4.9	5.125
T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	8	4.7	
T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	11	5.1	
T <sub>1</sub> R <sub>4</sub>	14	5.8	
T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	2	5.2	5.912
T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	5	7.2	
T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	7	5.92	
T <sub>2</sub> R <sub>4</sub>	13	5.35	
T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	3	4.9	5.700
T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	6	5.5	
T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	10	6.55	
T <sub>3</sub> R <sub>4</sub>	15	5.85	

**Cuadro A16.** Análisis de varianza rendimiento de forraje verde en Kg./m<sup>2</sup>.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
<b>TRATAMIENTOS</b>	3	2.835938	0.945313	0.5939	0.634
<b>ERROR</b>	12	19.101624	1.591802		
<b>TOTAL</b>	15	21.937561		<b>C.V. = 23.35 %</b>	

**Cuadro A17.** Tabla de medias para rendimiento de forraje verde en Kg./m<sup>2</sup>.

Tratamiento	Repeticiones	Media
T	4	4.875000
T1	4	5.125000
T2	4	5.917500
T3	4	5.700000

**Cuadro A18.** Rendimiento de forraje seco promedio por tratamiento en Kg.

Tratamiento	Parcela	Peso en Kg.	Promedio
TR <sub>1</sub>	4	1.4	1.4325
TR <sub>2</sub>	9	1.7	
TR <sub>3</sub>	12	1.43	
TR <sub>4</sub>	16	1.2	
T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	1	1.3	1.5325
T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	8	1.3	
T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	11	1.53	
T <sub>1</sub> R <sub>4</sub>	14	2	
T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	2	1.3	1.5650
T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	5	1.8	
T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	7	1.6	
T <sub>2</sub> R <sub>4</sub>	13	1.56	
T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	3	1.3	1.5000
T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	6	1.4	
T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	10	1.5	
T <sub>3</sub> R <sub>4</sub>	15	1.8	

**Cuadro A19.** Análisis de varianza para el peso seco en Kg./m<sup>2</sup>.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
<b>TRATAMIENTOS</b>	3	0.038460	0.012820	0.2137	0.885
<b>ERROR</b>	12	0.720047	0.060004		
<b>TOTAL</b>	15	0.758507		<b>C.V. = 16.25 %</b>	

**Cuadro A20.** Tabla de medias para el peso seco en Kg./m<sup>2</sup>.

Tratamiento	Repeticiones	Media
T	4	1.432500
T1	4	1.532500
T2	4	1.565000
T3	4	1.500000