

Nº. 256  
2EJ.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



CAPACIDAD DE ABSORCION DE LA HUMEDAD  
in vitro DE LOS MATERIALES DE CAMA QUE SE  
UTILIZAN EN GRANJAS AVICOLAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DEI

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A I

JAIME DAVID SANTIAGO HERNANDEZ

Asesores: MVZ. Carlos López Coello  
MVZ. José Antonio Quintana López  
MVZ. José Arce Menocal

México, D. F.

1992



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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

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

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

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

**CAPACIDAD DE ABSORCION DE LA HUMEDAD In Vitro DE LOS MATERIALES  
DE CAMA QUE SE UTILIZAN EN GRANJAS AVICOLAS.**

Tesis presentada ante la  
División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
de la  
Universidad Nacional Autónoma de México

Para la obtención del título de  
Médico Veterinario Zootecnista.

Por

Jaime David Santiago Hernández.

Aseores: MVZ. Carlos López Coello.

MVZ. José Antonio Quintana López.

MVZ. José Arce Menocal.

México, D. F.

1992

## CONTENIDO

|                         | <u>Página</u> |
|-------------------------|---------------|
| RESUMEN.....            | 1             |
| INTRODUCCION.....       | 3             |
| MATERIAL Y METODOS..... | 8             |
| RESULTADOS.....         | 10            |
| DISCUSION.....          | 11            |
| CONCLUSIONES.....       | 14            |
| LITERATURA CITADA.....  | 15            |
| CUADROS.....            | 19            |

#### RESUMEN

SANTIAGO HERNANDEZ, JAIME DAVID. Capacidad de absorción de la humedad In Vitro de los materiales de cama que se utilizan en granjas avícolas. (Bajo la dirección de: Carlos López Coello, José Antonio Quintana López y José Arce Menocal).

Con el fin de conocer la capacidad higroscópica de los materiales de cama que se utilizan en granjas avícolas, se determinó evaluar la capacidad de absorción de la humedad In Vitro de los siguientes materiales de cama: viruta de madera, paja de trigo, paja de cebada, rastrojo de maíz, cascarilla de arroz y la mezcla de rastrojo de maíz con viruta de madera (50%/50%), a las que se les asperjó cada 6 horas 250 ml de agua potable hasta acumular 3 litros, al término de 72 horas se les practicó la determinación de humedad. Los datos obtenidos fueron conducidos bajo un análisis de varianza, medidas de tendencia central, de dispersión y prueba de Duncan con una  $p \geq 0.05$ . Los resultados iniciales se encontraron cercanos a los que indica la literatura y los datos finales mostraron que existen diferencias significativas. El material que menor capacidad higroscópica mostró, fue la cascarilla de arroz (42.51%), seguido en grado ascendente por la viruta de madera (54.69%), incrementándose el porcentaje de esta última al estar mezclada con el rastrojo de maíz en partes iguales (60.80%). La paja de trigo (58.82%) ocupó el tercer lugar superado por el rastrojo de maíz (62.14%) evaluado individualmente. El mejor

material que manifestó su capacidad de absorción de humedad fue la paja de cebada (67.08%).

Estos valores son indicativos de la necesidad de conocer las características higroscópicas de los materiales de que se disponga con la finalidad de tomar una adecuada decisión de selección.

## I INTRODUCCION

México es un país con un alto crecimiento demográfico cuya población recibe una alimentación deficiente, siendo una posible solución a este problema la participación de la industria avícola, la cual se ha destacado en las últimas dos décadas como la actividad pecuaria más dinámica, teniendo una tecnología avanzada que aporta productos de alta calidad nutritiva y de precio accesible como son la carne y el huevo (23).

El progreso de la avicultura se debe entre otros factores a los avances en la genética, nutrición, ingeniería de equipo e instalaciones, programas higiénico-sanitarios, administración, industrialización de carne y huevo así como control de calidad y sistemas de manejo (4, 23).

Los programas de manejo son muy variados, debido a que las técnicas de manejo no siempre pueden generalizarse, ya que se establecen de manera particular para cubrir las necesidades específicas de cada zona geográfica, sin embargo existen bases generales a las que se apegan el médico veterinario y el productor para poder obtener una máxima productividad (7, 8).

El control de las condiciones ambientales adecuadas dentro de la caseta, es uno de los aspectos que con mayor interés se desean evaluar durante el ciclo productivo para prevenir problemas de tipo infeccioso y de contaminación ambiental por gases como monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, metano y amoníaco (6).

La cama es un componente activo e integral del microambiente de la caseta, ya que en ella se deposita el material orgánico (heces, alimento y agua de desperdicio) que a su vez generan gases, humedad, desarrollo de microorganismos y partículas nocivas que afectan a las aves (12, 24).

Las recomendaciones en cuanto a la profundidad de la cama generalmente especifican un mínimo de 5 cm, las partículas finas y de color similar al alimento como es el caso del aserrín y de las fibras de madera, pueden ser consumidas por los pollos de engorda, dando como resultado una menor ganancia de peso y mayor mortalidad, pudiendo agravarse este problema cuando hay una sobrepoblación (11, 13, 19), falta de espacio entre comederos y desperdicio de alimento (17, 18).

El manejo de la cama para reducir los problemas locomotores ha sido un tema de controversia. Este se realiza moviendo o retirando la cama apelmazada que se encuentra sobre la superficie, uno de los efectos negativos de esta actividad, es la liberación de amoníaco en grandes cantidades y la inducción de un exceso de actividad en las parvadas.

En los países industrializados es común aunque poco recomendable el reciclar el material de cama durante varias parvadas, situación que no ocurre en la mayoría de los países latinoamericanos donde por medidas sanitarias, costo del material de cama y de mano de obra no es recomendable y si es una práctica beneficiosa cambiar el material de cama entre las parvadas (16, 23).

La intensa actividad avícola ha provocado no solamente una mayor densidad de población, sino un incremento en la cantidad de kilogramos de carne producidos por metro cuadrado, así como modificaciones en el medio ambiente de las casetas (1, 5, 13, 23), estos factores influyen sobre la cantidad de humedad que se genera dentro de la caseta y los efectos nocivos que se presentan en los animales cuando la humedad no es adecuada, por lo que surge la necesidad de determinar la capacidad higroscópica de los distintos materiales de cama que con mayor frecuencia se utilizan en las granjas (11, 13).

La cama al combinarse con las heces (80 % humedad) forma la gallinaza y la pollinaza, representando el desecho de mayor volumen que se genera en la avicultura (23).

En sentido amplio, la cama es un compuesto nitrogenado no proteínico; analíticamente está constituido por agua, carbohidratos (principalmente celulosa) y sales minerales. De igual manera se considera que la gallinaza o pollinaza contienen, vitaminas del complejo B (siendo rica en vitamina B-12), factores de crecimiento así como alimento concentrado que se tiró (4,14).

La composición química de la pollinaza está determinada por los siguientes aspectos:

- a - Composición físico-química y cantidad del material de cama empleado originalmente.
- b. - Alimento concentrado presente en la cama.
- c. - Alimento no digerido y que se elimina junto con las heces.

d.- Productos del metabolismo endógeno.

e.- Edad de la parvada.

f.- Microambiente de la caseta (humedad, ventilación y temperatura).

g.- Fin zootécnico de la parvada (pollo de engorda, pollito de reposición, reproductora y ponedora) (4, 8, 12).

Con base en lo anterior, la utilización de la gallinaza y pollinaza son una de las alternativas a seguir en la alimentación animal, considerando que los bovinos de acuerdo con sus características de rumiantes, están capacitados para obtener los nutrientes necesarios para su mantenimiento y producción a partir de este tipo de insumos (4, 8, 12).

Las características y funciones que necesita reunir el material que se va a utilizar como cama de las aves son:

-Absorber la humedad proveniente de las heces, de la respiración y del agua que es desperdiciada de los bebederos (2-3 % del total suministrado), para limitar la producción de amoníaco, la dispersión de partículas de polvo y microorganismos patógenos (3, 14).

-Aislante del piso, favoreciendo una conservación de la temperatura generada por las fuentes de calor de la caseta y por las aves (2, 25).

-Amortiguador, proporcionando una superficie suave para prevenir el roce de los tejidos con la superficie dura del piso, evitando lesiones como la bursitis de la quilla y los problemas locomotores como pododermatitis plantar (7, 10).

-Estar seca, debido a que una cama húmeda es un medio adecuado de crecimiento para hongos como Aspergillus flavus (12, 24, 28), así como el crecimiento y reproducción de otros organismos como artrópodos (24).

Las características físico-químicas propias de los subproductos que se usan como cama, es indicativo que al ser utilizados en granjas avícolas van a mostrar de manera diferente su capacidad de absorción de humedad.

Los materiales para cama que se utilizan con más frecuencia en las granjas de aves son:

- 1.- Viruta de madera. Es un material absorbente, seco y confortable para las aves, tiene los inconvenientes de ser caro, poco disponible en algunas zonas, de fácil contaminación al mezclarse con las heces (8, 9, 17, 23).
- 2.- Paja de trigo. Es un material seco e impermeable, cuando es colocado entero como cama no se destruye con facilidad, por lo que ese necesario picarla. Tiene una capacidad relativamente alta de absorción de agua (8,12).
- 3.- Paja de cebada. Al igual que la paja de trigo es un material seco e impermeable, su capacidad de absorción de humedad es moderada (8, 27, 28).
- 4.- Rastrojo de maíz. Contiene aproximadamente la cuarta parte del valor nutritivo de la planta entera, la absorción de líquidos es regular, también se requiere picar (8, 28).

5.- Cascarilla de arroz. Es muy polvosa y favorece los problemas de fungosis. Su capacidad de absorción de humedad es baja (6, 8, 23).

La combinación de dos materiales de cama pueden aumentar la cantidad y calidad de la capacidad higroscópica (23).

La finalidad de este trabajo es la de determinar la capacidad higroscópica In Vitro de la viruta de madera, paja de trigo, paja de cebada, rastrojo de maíz, cascarilla de arroz y la mezcla rastrojo de maíz más viruta de madera (50%/50%),

## II MATERIAL Y METODOS

Para determinar la capacidad higroscópica In Vitro de los diferentes materiales de cama se utilizaron seis tratamientos que estuvieron compuestos por: viruta de madera (obtenida directamente de maderería), paja de trigo, paja de cebada (ambos materiales fueron proporcionados por granjas avícolas ubicadas en el Estado de México), rastrojo de maíz (proporcionado por un almacén de alimentos para animales), cascarilla de arroz (conseguida directamente de una arrocera en el Estado de Morelos) y la mezcla rastrojo de maíz más viruta de madera (50%/50%) (fue elaborada la muestra con los materiales que se obtuvieron), realizando 9 repeticiones a cada uno.

De cada material de cama se tomaron 9 muestras de 1 Kilogramo

las cuales se colocaron en envases de material plástico de 30 cm de largo x 24 cm de ancho y 10 cm de altura.

Con la finalidad de mantener un medio ambiente igual para todas las muestras de los materiales de cama, los envases se ubicaron en un local de 4 m de largo x por 3 m de ancho y 3 m de altura, que tenía 2 ventanas corredizas, cada una de 1.05 m de alto y 0.60 de ancho, una puerta de madera de 0.80 m de ancho x 2 m de alto.

La temperatura se mantuvo durante todo el periodo experimental (72 horas) en un rango de 18 a 22 C verificándose cada 3 horas y ajustándola mediante el manejo de las ventanas y de una fuente de calor a base de focos de 40 watts.

A cada muestra se le determinó el porcentaje de humedad de acuerdo a la técnica descrita por Zubirán (31) y se le asperjó cada 6 horas 250 ml de agua potable que presentó una temperatura de 20°C (hasta completar un total de 3 litros) con un atomizador manual y se mezcló manualmente para que se humedecieran las muestras lo más uniforme posible.

La cantidad de agua que se aplicó por día se determinó en virtud de que un ave a las 8 semanas de edad elimina 500 gr de humedad por K de peso (23).

Los valores medios de cada tratamiento se sometieron a un análisis de varianza simple y a la prueba de Duncan para determinar las

diferencias significativas entre tratamientos (20), también se realizaron algunas medidas de tendencia central (media, mediana y desviación estandar) y de dispersión (coeficiente de variación y rango).

### III RESULTADOS

El porcentaje de humedad inicial fue acorde al valor asignado en la literatura a los distintos materiales de cama utilizados (8, 25, 27) y resultó similar en los 6 tratamientos, siendo ligeramente mayor en la paja de trigo y menor en el caso de la cascarilla de arroz, lo cual es importante para poder iniciar el experimento bajo iguales condiciones (Anexo cuadro 1).

En el cuadro 2 se muestran los valores individuales del porcentaje de humedad presente en cada una de las repeticiones, así como el valor promedio para cada tratamiento y la respuesta de significancia al análisis estadístico.

Como se puede observar la menor cantidad de humedad retenida se obtuvo en la cascarilla de arroz (42.51 %), siendo significativamente inferior a los demás tratamientos, seguido de la viruta de madera (54.69 %) que también mostró significancia al análisis estadístico cuando se compararon los valores medios de los 6 tratamientos. Con la paja de trigo (58.82 %) se lograron resultados estadísticamente

similares a los registrados con la combinación de rastrojo de maíz más viruta de madera (60.80 %). El resultado de rastrojo de maíz (62.14 %) y el de la combinación rastrojo de maíz más viruta de madera (60.80 %) fueron estadísticamente similares y la mayor captación de humedad (67.08 %) ocurrió con la paja de cebada (Anexo cuadro 2).

Las medidas de tendencia central indican uniformidad en los valores de las repeticiones dentro de cada tratamiento, lo que da confiabilidad a la metodología del trabajo, así como el procesamiento de la muestra para la determinación del porcentaje de humedad, destacando el bajo coeficiente de variación y los estrechos límites de los rangos en los 6 tratamientos (Anexo cuadro 3).

Debido a que el valor F observado fue de 99.37 y que el punto crítico para el contraste con  $\alpha = 0.05$  es una F tabulando de 2.45 existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que se siguió el análisis estadístico, realizándose la prueba de Duncan para rango múltiple (Anexo cuadro 4).

La temperatura ambiental, fue monitoreada durante 72 horas con intervalos de 3 horas (Anexo cuadro 5).

#### IV DISCUSION

La capacidad higroscópica In Vitro de la paja de trigo, paja de cebada, rastrojo de maíz, viruta de madera, cascarilla de arroz y la

mezcla de viruta de madera más rastrojo de maíz (50%/50%), fueron afectados por los siguientes parámetros; temperatura del medio ambiente de la instalación experimental, procedencia de los materiales de cama analizados, tiempo de exposición de las muestras con el agua y cantidad total del líquido aplicado.

La temperatura ambiental se mantuvo dentro de los rangos establecidos en granjas avícolas (18 -22 °C). Quintero y Acevedo (24) informan variaciones en la temperatura de la cama de aves en granjas en distintas épocas y regiones. Este parámetro no se consideró en este trabajo, por lo que es necesario tomarlo en cuenta en estudios posteriores, debido a que la temperatura que se genera dentro de las camas húmedas puede modificar la capacidad de absorción de humedad (4).

El porcentaje de humedad presente en los materiales de cama analizados indican que están por encima del 50 %, con excepción de la cascarilla de arroz que obtuvo 42.51 %.

Estos resultados posiblemente fueron afectados por el tiempo que permanecieron las muestras en contacto con el agua, ya que existe la probabilidad de que sea necesario dejar por más tiempo el diseño experimental para que se lleve a cabo la absorción de humedad, asimismo la cantidad de agua que se aplicó pudo ser insuficiente para los materiales que menor capacidad higroscópica mostraron (cascarilla de arroz y viruta de madera). Para las muestras que mostraron mayor capacidad de absorción de humedad, el volumen de líquido aplicado pudo

ser el adecuado (paja de trigo, paja de cebada, rastrojo de maíz y la mezcla rastrojo de maíz más viruta de madera 50%/50%), estos parámetros es necesario evaluarlos en estudios posteriores, haciendo variaciones en la cantidad de agua que se va a aplicar y el tiempo que esten en contacto con las muestras y de esta manera poder determinar la correlación que existe entre volumen de agua con el tiempo de exposición.

La procedencia de los materiales de cama utilizados, es un factor importante que es de considerar, ya que el manejo a que son sometidos durante su procesamiento y transporte pueden modificar la temperatura y el contenido de humedad.

Es importante recalcar la relación temperatura-humedad, pues un manejo inadecuado de estos factores puede favorecer el crecimiento y reproducción de organismos como hongos y artrópodos (4,24).

Debido a que en la actualidad la gallinaza y la pollinaza son utilizados en la alimentación de otras especies animales, al encontrarse contaminadas, producto de manejos deficientes, pueden llegar a presentarse problemas de tipo nutricional y de productividad (4).

Para la realización de trabajos posteriores hay que tener presente mayor cantidad de parámetros y así obtener resultados más objetivos.

## V CONCLUSIONES

El material de cama en las granjas avícolas juega un papel importante, coadyuvando a mantener un medio ambiente adecuado dentro de la caseta.

Es necesario conocer las características físico-químicas de los materiales que se utilizan como cama de aves, ya que no es posible utilizar un material muy absorbente de humedad en una región con clima húmedo debido a que se apelmazaría causando problemas de manejo así como la proliferación de microorganismos, por lo que se sugiere la cascarilla de arroz; en cambio en climas cálidos secos se puede recomendar un material muy absorbente como la paja de cebada, paja de trigo o rastrojo de maíz los cuales colaboran en la reducción de las concentraciones de polvo y gérmenes presentes en el aire.

La cama dentro de una caseta avícola está en estrecha relación con el microclima presente (humedad y temperatura).

Así, el médico veterinario zootecnista debe tomar en cuenta el material que se utiliza de cama ya que normalmente no se le da la importancia que requiere.

VI LITERATURA CITADA :

- 1.- Aggrey, S. E.; Kroetzl, H. and Foelsh, O.W.: Behavior of laying hens during included moulting in three different production system. Appl. Anim. Behav., 25:97-105. (1990).
- 2.- Brostad, B. O.: Effects on behavior and plumage of a key stimuli floor and a perch a triple cages for laying hens. Appl. Anim. Behav. Sci., 27: 127-139, (1990).
- 3.- Caralibog, A; and Eggum, B. O.: Effect of temperature of performance heat production, evaporative heat loss and body composition in chicken: Dep. Anim. Nut. Vet. and Agr. Un., 53: 179-184, (1989).
- 4.- Castillo, A., Sánchez, J. G. y Rosiles, M. R.: Características físicas y niveles de aflatoxinas B-1, en gallinaza y pollinaza de granjas de Texcoco, Estado de México. Vet. Méx., 24: 151-157. (1983).
- 5.- Davkin, M. S. and Hardie, S.: Space needs of laying hens. Brith. Poul. Sci., 30: 413-415, (1989).
- 6.- Enos, H. L.: Propionic acid effect on litter aflatoxin leves and breast blisters in turkey. Poul. Sci., 51: 1869-1870. (1972).
- 7.- Escamilla, A. L.: Manual Práctico de Avicultura Moderna. 20a. ed. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V., México 1988.
- 8.- Flores, M. J.: Bromatología Animal. 2a.ed. Limusa. México, 1988.

- 9.- Harms, R. H. and Simpson, C. F.: Influence of wet litter and supplement biotin on foot pad dermatitis in turkey poults. Poul. Sci., 59: 2009-2012. (1977).
- 10.- Harris, Jr., Mubah, R., Sellar, J. and Benson, V.: Effects on feathering and incidence of breast blisters on broiler of dietary sorbic and litter treatment with potassium sorbate. Poul. Sci., 66: 1564. (1980).
- 11.- Hester, P. Y. Sutton, A. L., and Elkim, R. G.: Effect of light intensity, litter source and litter management on the incidence of leg abnormalities and performance male turkey. Poul. Sci., 66: 666-675, (1988).
- 12.- Hughes, H. D., Heath, M. E. and Metcalfe, D. S.: Forrajes 2a. ed. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México, 1985.
- 13.- Hurnik, J. F. and Lewis, N. J.: Body surface area a reference space allowance in confinement. Poul. Sci., 70: 412-415, (1991).
- 14.- Ida, G.: Notas Prácticas de Avicultura Moderna. A. G. T. Editor S.A., Bolonia, Italia. 1981.
- 15.- Jones, F. T. and Hagler, W. T.: Observations on new and used litter for growing broiler. Poul. Sci., 62: 175-179. (1982)
- 16.- Kradel, D. C. and Keene, O. D.: Field rickets in poults associated with litter. Poul. Sci. (Suppl. 1), 67: 106. (1988).
- 17.- Leonard, S. M.: Método Moderno de la Crianza Avícola. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V., México. 1987.

18. - Malone, G. W., Chaloupka, G. and Odor, E. M.: Influence of litter storage and type of litter on broiler performance. Poul. Sci., (Suppl. 1), 65: 180, (1980).
19. - Malone, G. W. and Chaloupka, G. W.: Influence of litter type and size on broiler performance. Factors affecting litter consumption. Poul. Sci., 62: 1741-1747, (1983).
20. - Milton, J. S. y Tsokos, J. O.: Estadística para Biología y Ciencias de la Salud. Interamericana, Mc. Graw-Hill, Madrid, España. 1987.
21. - Morley, A. J.: Avicultura 2a. Edición. ed. Unión Tipográfica Hispano-Americano. 1953.
22. - Newsberry, R. C. and Hall, J. W.: Use of pen space by broiler chickens effects of age and pen size. Appl. Anim. Behav. Sci., 25: 125-136, (1990).
23. - Quintana, L. J.: Las Aves Manejo y Medio Ambiente I, II y III. Universidad Nacional Autónoma de México- 1985.
24. - Quintero, M. T and Acevedo, H. A.: Studies on deep litter mites on farms in México. Mod. Ac., 1: 443-448. 1981.
25. - Robles, S. R.: Producción de Granos y Forrajes. 4a.ed. Limusa. México 1985.
26. - Rourmouth, J. R.: Avicultura Práctica. 6a. Edición. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V. México, 1989.

- 27.- Revueltas, G. L.: Bromatología Zootécnica y Alimentación Animal. Salvat Editores. 1953.
- 28.- Scholtyssek, S.: Manual de Avicultura Moderna. Acribia. Zaragoza, España. 1970.
- 29.- Smith, R. C.: Kind of litter and breast blister on broiler. Poul. Sci., 35: 593-595. (1990).
- 30.- Turner, Jr. E. C.: Structural and litter pests. Poul. Sci., 65: 644-648. (1986).
- 31.- Zubirán, S.: Manual de Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos. 2a. ed. Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán. México. 1984.

A N E X O

C U A D R O 1

| PORCENTAJE DE HUMEDAD AL DIA 1 EN LOS MATERIALES DE CANA ANALIZADOS |                          |                       |                                     |                       |                          |
|---|--------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| PAJA DE<br>CEBADA<br>%  | RASTROJO<br>DE MAIZ<br>% | PAJA DE<br>TRIGO<br>% | RASTROJO MAIZ<br>VIRUTA MADERA<br>% | VIRUTA<br>MADERA<br>% | CASCARILLA<br>ARROZ<br>% |
| 12.67   | 10.06                    | 14.04                 | 11.12                               | 11.64                 | 9.42                     |

C U A D R O 2

| PORCENTAJE DE HUMEDAD A LAS 72 HORAS EN LOS MATERIALES DE CANA ANALIZADOS |                          |                       |                                     |                       |                          |
|---|--------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| PAJA DE<br>CEBADA<br>%  | RASTROJO<br>DE MAIZ<br>% | PAJA DE<br>TRIGO<br>% | RASTROJO MAIZ<br>VIRUTA MADERA<br>% | VIRUTA<br>MADERA<br>% | CASCARILLA<br>ARROZ<br>% |
| 68.14   | 57.19                    | 61.39                 | 66.37                               | 53.80                 | 41.87                    |
| 66.19   | 59.30                    | 60.21                 | 65.30                               | 53.67                 | 42.01                    |
| 68.02   | 57.13                    | 61.02                 | 66.23                               | 53.44                 | 41.93                    |
| 67.18   | 63.12                    | 59.39                 | 59.39                               | 54.89                 | 41.85                    |
| 68.11   | 61.39                    | 58.40                 | 60.09                               | 55.37                 | 43.37                    |
| 66.80   | 60.47                    | 58.02                 | 60.37                               | 55.39                 | 43.60                    |
| 67.13   | 66.19                    | 56.80                 | 56.27                               | 54.97                 | 42.05                    |
| 67.19   | 67.40                    | 57.02                 | 56.80                               | 55.12                 | 42.93                    |
| 65.02   | 67.10                    | 57.21                 | 56.45                               | 55.60                 | 43.02                    |
| $\bar{x}$ 67.08e  | 62.14d                   | 58.82c                | 60.80cd                             | 54.69b                | 42.51a                   |

\* Literales diferentes en la misma línea son significativas ( $p \geq 0.05$ ).

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

C U A D R O 3

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSION DE LOS MATERIALES DE CAMA ANALIZADOS

|            | PAJA DE<br>CEBADA<br>% | RASTROJO<br>DE MAIZ<br>% | PAJA DE<br>TRIGO<br>% | RASTROJO<br>MAIZ<br>MADERA<br>% | VIRUTA<br>MADERA<br>% | CASCARILLA<br>ARROZ<br>% |
|------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| MEDIA      | 67.08                  | 62.14                    | 58.82                 | 60.80                           | 54.69                 | 42.51                    |
| MEDIANA    | 67.19                  | 61.39                    | 58.40                 | 60.09                           | 54.97                 | 42.05                    |
| DESV ESTAN | 1.01                   | 4.04                     | 1.74                  | 4.16                            | 0.82                  | 0.70                     |
| COEF VAR   | 1.23                   | 5.12                     | 5.14                  | 5.33                            | 1.10                  | 1.07                     |
| RANGO      | 65.02-                 | 57.13-                   | 56.80-                | 56.27-                          | 53.44-                | 41.85                    |
|            | 68.14                  | 67.40                    | 61.39                 | 66.37                           | 55.60                 | 43.60                    |

C U A D R O 4

ANALISIS DE VARIANZA DE LOS TRATAMIENTOS DE CAMA ANALIZADOS

| FUENTE DE<br>VARIACION      | GRADOS DE<br>LIBERTAD | SUMA DE<br>CUADRADOS | CUADRADOS<br>MEDIOS | F       |
|-----------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|---------|
| ENTRE GRUPO                 | 5                     | 3225.969             | 645.1938            | 99.3750 |
| DENTRO DE GRUPOS<br>(ERROR) | 48                    | 311.6406             | 6.4925              |         |
| Total                       | 53                    | 3557.6096            |                     |         |

C U A D R O 5

TEMPERATURA AMBIENTAL OBTENIDA DURANTE 72 HORAS

| DIA | 1       | 2       | 3       |
|-----|---------|---------|---------|
|     | 18.1 °C | 19.3 °C | 19.8 °C |
|     | 18.1    | 19.3    | 19.8    |
|     | 18.9    | 19.3    | 21.5    |
|     | 19.9    | 20      | 21.5    |
|     | 19.2    | 20.5    | 22      |
|     | 19.2    | 20.5    | 22.1    |
|     | 19.1    | 21      | 20      |
|     | 18.8    | 19.3    | 19.9    |
| X   | 18.9    | 19.19   | 20.8    |

Se monitorearán cada 3 horas.