

Veterinaria México

Volumen
Volume 33

Número
Number 2

Abril-Junio
April-June 2002

Artículo:

Efecto del enriquecimiento ambiental sobre la conducta, parámetros de producción y respuesta inmune en pollos de engorda

Derechos reservados, Copyright © 2002:
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM

Otras secciones de
este sitio:

- 👉 Índice de este número
- 👉 Más revistas
- 👉 Búsqueda

*Others sections in
this web site:*

- 👉 *Contents of this number*
- 👉 *More journals*
- 👉 *Search*



Medigraphic.com

Efecto del enriquecimiento ambiental sobre la conducta, parámetros de producción y respuesta inmune en pollos de engorda

Effect of environmental enrichment on the behavior production parameters and immune response in broilers

Alberto Tejeda Perea*
Francisco Galindo Maldonado*
José Antonio Quintana López**

Abstract

The aim of this study was to assess the effect of 4 ways of environmental enrichment on the behavior, production and health of 220 broilers divided in to five treatments: Bath dusting box, toys and alfalfa, perches, a combination, and the control one. Individual and social behavior events were measured and related to production parameters such as live body weight, food efficiency and immune response to Newcastle´s disease vaccination. There were no differences between treatments with just one element nor with the combination of treatments. The frequency of head pecking was lower in the treatment with bath dusting box ($P < 0.05$), and the highest levels were found in the treatment with the perches, as well as in the group with all the enriching devices ($P < 0.05$). There were no differences between treatments regarding body weight and feed conversion. Immune response values were satisfactory in all treatments, but did not show differences between them. A negative correlation was found between toys and alfalfa pecking behavior, and body care behaviors ($P < 0.05$). Further studies are needed in order to assess the effect of environmental enrichment and epidemiology in commercial flocks.

Key words: ENVIRONMENTAL ENRICHMENT, BROILERS, BEHAVIOR, PRODUCTION PARAMETERS.

Resumen

Los objetivos del presente estudio fueron evaluar el efecto del enriquecimiento ambiental sobre conductas individuales y sociales, parámetros de producción y respuesta inmune en 220 pollos de engorda. Se instrumentaron cinco tratamientos: Testigo, juguetes y alfalfa, caja con arena, uso de perchas y una combinación. La conducta fue relacionada con las variables de producción: Peso vivo final, conversión alimentaria y respuesta inmune a la vacunación contra la enfermedad de Newcastle. No se encontraron diferencias conductuales entre las frecuencias de utilización de los factores de enriquecimiento entre los tratamientos con un solo elemento y el que los combinaba, pero se observaron diferencias cuando se utilizaron con respecto al testigo. La conducta de picoteo a la cabeza fue significativamente menor en el tratamiento donde se encontraba la caja de arena ($P < 0.05$) y la mayor frecuencia se encontró en el tratamiento con perchas y el tratamiento que los combinaba ($P < 0.05$). No se encontraron diferencias entre tratamientos en las variables de producción consideradas. La respuesta

Recibido el 30 de octubre de 2001 y aceptado el 16 de enero de 2002.

* Departamento de Etología, Fauna Silvestre y Animales de Laboratorio, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F., E-mail:atp@servidor.unam.mx

** Departamento de Producción Animal: Aves. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

inmune fue buena y tampoco se encontraron diferencias entre tratamientos. Son necesarios más estudios que aborden la problemática entre enriquecimiento ambiental y epidemiología, en condiciones comerciales.

Palabras clave: ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL, CONDUCTA, PARÁMETROS, POLLOS.

Introduction

The studies performed on animal behavior and welfare in domestic fowl have been mainly performed in layers, but information regarding broilers is scarce.¹⁻³ Nevertheless it is known that due to the high population densities of these animals, and the types of production systems, the behavior needs that are related to exploration, preening and perching are compromised.⁴

Exploration has characteristics that are similar to those of searching for food and water. The importance of the adaptability of exploration is based on the fact that the better ability of the animals to know their environment the better they are adapted to survive therein.⁵ In poultry this is mainly represented by the use of the beak to manipulate objects and particles that may be used as food and for environmental recognition.^{6,7}

Feathers must be preserved in a good state since they are of vital importance for thermal regulation.⁸ In order to properly maintain feathers, birds have developed behavioral strategies that include self-grooming and, in the case of Gallinaceae, bathing with solid materials such as sand or soil.^{9,10} According to studies performed on this topic, the substrate where this activity is performed has as much influence as the intensity and the frequency of this behavior.¹¹ Finally, in the majority of birds species with diurnal habits, perching activity is directly related to resting behavior and to the reduction of predatory risk.⁹

Broilers are sociable birds; as in other species, their social organization determines the dominance-subordination relationships through aggressive, submissive and evasive behavior.⁶ Aggression has the function of establishing hierarchies; nevertheless, an increase in the frequency of aggressive behavior when fighting over resources, such as that is observed when there is an excess of population¹² show alterations in the social structure of the group. This in turn may affect the production and health of the individuals. As a function of the adaptation of the individuals to the group, locomotion and exploration behaviors are present or not, as well as different types of agonist interactions.¹³

Production systems do not have natural substrates that promote exploration and resting behavior, furthermore they promote alterations in social structure

Introducción

Los estudios sobre conducta y bienestar animal en aves domésticas se han desarrollado principalmente en gallinas de postura, pero la información es escasa sobre pollos de engorda.¹⁻³ Se sabe, sin embargo, que debido a las altas densidades de población en estos animales y los tipos de sistemas de producción, se comprometen las necesidades de conducta de las aves⁴ relacionadas a la exploración, el mantenimiento del plumaje y el perchar.

La exploración posee características similares a las que se presentan para obtener alimento y agua. La importancia adaptativa de la exploración radica en que los animales que conocen mejor su ambiente se encuentran mejor adaptados para sobrevivir en éste⁵ y en las aves está representada en buena medida por el uso del pico al manipular objetos y partículas que pueden ser usadas como alimento y en un reconocimiento del ambiente.^{6,7}

El hecho de conservar el plumaje en buen estado es de vital importancia para termoregular adecuadamente.⁸ Para el mantenimiento de las plumas, las aves han desarrollado estrategias conductuales que incluyen el autoacicalamiento y en el caso de las gallináceas el baño en materiales sólidos como la arena y la tierra.^{9,10} De acuerdo con estudios en el tema, el sustrato en donde se realiza esta actividad tiene influencia tanto en la intensidad como en la frecuencia con que ésta se presenta.¹¹

Finalmente, la actividad de perchar está relacionada directamente con las conductas de descanso y la reducción del riesgo de predación en la mayoría de las aves de hábitos diurnos.⁹

Los pollos de engorda son aves sociables; como en otras especies, su organización social determina las relaciones de dominancia-subordinación, a través de conductas agresivas, sumisas y de evasión.⁶ La agresión tiene la función de establecer jerarquía; sin embargo, incrementos en su frecuencia de presentación al competir por recursos, observada por efecto de la sobrepoblación,¹² muestran alteraciones en la estructura social de un grupo, esto último es posible que afecte a la producción y salud. En función de la adaptación de los individuos al grupo, se presentarán o no conductas de locomoción y exploración, así como diferentes tipos de interacciones agonistas.¹³

Los sistemas de producción carecen de sustratos naturales que propicien conductas de exploración y descanso,

as a result of overpopulation.⁴ Besides all these characteristics, the birds must also cope with the conditions present in non-controlled environment housing, such as variations in temperature, ventilation, humidity and type of feed. These environmental changes may surpass the adaptability systems of the animals, and are reflected in individual and social conduct problems related with stress¹⁴ and depression of the immune system.¹⁵⁻¹⁷

A tool that is used to reduce behavior problems while in captivity is that of environmental enrichment, defined as the increase of the biological functioning of the animals as a result of modifications to their surroundings.¹⁸ In broilers, there are some experiences with these techniques, such as increasing space, playing music,¹⁹ adding surfaces with objects on them and human manipulation,²⁰ as well as vegetation, sandy litter²¹ and perches.²² Even though these studies have contemplated the measurement of productive parameters, up until now there is no available information on the effects of environmental enrichment on behavioral changes that may be related with the immune response and health.

Materials and methods

This study was performed in a natural environment chicken coop in the Poultry Production Teaching, Research and Extension Center (CEIEPA, FMVZ-UNAM), in Mexico City. Five treatments, with four repetitions with 11, 4-week-old chickens of the Ross × Ross line were established. The chickens were randomly divided in 20 pens of 1 m² with 1.20 m in height in order to establish the five treatments of the experiment. They were fed *ad libitum* with commercial pelleted finishing feed[®]. All the pens had straw litter, a feeding hopper[®] and an initiation drinking dish[®]. The designated treatments were:

- Control, without large modifications.
- Adding mobile objects of soft and hard plastic, with shiny and opaque colors, as well as alfalfa bundles. All of this was changed every third day.
- A plastic box with volcanic rock gravel.
- Three wooden perches at three different levels.
- A combination of the objects, box and perches.

Behavior study

Based on Weeks and Davies²³ and *ad libitum* sampling, a catalogue of behaviors was established. Behavioral sampling was used during 120 total observation hours; 6/repetition, 24/treatment, during 5 hour daily observation periods, for four weeks. The observation schedule was divided into three peri-

además de alteraciones en la estructura social producto de la sobrepoblación.⁴ Además de estas características, se tienen que enfrentar a las condiciones presentes en casetas de ambiente no controlado, como variaciones en la temperatura, ventilación, humedad y tipo de alimentación. Estos cambios ambientales pueden sobrepasar los sistemas adaptativos de los animales, ello se refleja en problemas de conducta de tipo individual y social que se relacionan con estrés¹⁴ e inmunodepresión.¹⁵⁻¹⁷

Una herramienta para disminuir problemas de conducta en cautiverio es el enriquecimiento ambiental, definido éste como el incremento del funcionamiento biológico de los animales, resultado de las modificaciones en su entorno.¹⁸ En pollo de engorda se tienen experiencias de estas técnicas a través del incremento en el espacio, música ambiental,¹⁹ utilización de superficies con objetos y manipulación humana,²⁰ vegetación y cama con arena,²¹ y uso de perchas.²² Aunque algunos de estos trabajos han contemplado la medición de parámetros productivos, a la fecha no hay información disponible sobre el efecto del enriquecimiento ambiental sobre cambios conductuales que puedan relacionarse con respuesta inmune y salud.

Material y métodos

El estudio se realizó en una caseta de ambiente natural en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPA, FMVZ-UNAM), en la ciudad de México. Se formaron cinco tratamientos con cuatro repeticiones de 11 pollos de la línea Ross × Ross, de cuatro semanas de edad. Los pollos fueron divididos de manera aleatoria en 20 corrales de 1 m² por 1.20 m de altura, para conformar los cinco tratamientos del experimento. Fueron alimentados a libre acceso con alimento comercial de finalización[®] en forma de pellet. Todos los corrales contaban con cama de paja, un comedero de tolva[®] y un bebedero de iniciación. Los tratamientos designados fueron:

- Testigo, sin mayores modificaciones.
- Integración de objetos móviles de plástico suave y duro, con colores brillantes y opacos; además de manojos de alfalfa. Todo esto cambiándolo cada tercer día.
- Una caja de plástico con grava de tezontle.
- Tres perchas de madera en tres diferentes niveles.
- Una combinación entre los objetos, la caja y las perchas.

Estudio conductual

Se hizo un catálogo de conductas, basadas en Weeks y Davies²³ y en un muestreo *ad libitum*. Se llevaron a cabo muestreos conductuales durante 120 horas de observa-

ods: Morning, noon and evening, in 15 minute periods per pen (Annex 1). The frequencies were estimated for the presentation of the use of the perches, the sandbox and the pecking of objects and litter, bathing in the litter, as well as preening and perching on surfaces different from the perch. The frequencies of interactive behavior were also estimated: Head pecking to the head, pecking of other parts of the body, threatening attitudes and approximations. (Annex 2)

Production variables

The production variables that were taken into consideration were: live weight and feed conversion. The chickens were weighed at the beginning of the fourth week and at the end of the seventh week. The live weight was averaged at the seventh week of treatment. Feed conversion was estimated measuring the average feed consumption for each treatment using as a value the difference between the assigned feed and the average left over at the end of the experiment, divided between the number of kilograms obtained per chicken per treatment.

Immune response: Determination of antibody levels

The production of antibodies produced following the vaccination against Newcastle was used as the immune response variable. The chickens were vaccinated with the *La Sota* strain intraocularly at ten days of age and then diluted in drinking water at day 28. At the end of the seventh week of age blood samples were taken from the radial vein of 12 randomly selected chickens in each treatment (three chickens per pen). The tests for the determination of antibody levels were performed in the Clinical Diagnostics Laboratory of the Animal Production Department: Poultry, of the College of Veterinary Medicine of the National Autonomous University of Mexico, by the hemoagglutination inhibition technique.²⁴ The values that were considered were based on Alexander²⁴ with a minimum relationship of 1:64, ($\log_2 64$ logarithm). The analysis was carried out using the average values of the logarithmic expression of the antibody titers for each treatment.

Statistical analysis

The statistical analysis was performed with the Statistica® software. To begin with, the data was tested for normality by the Kolmogorov-Smirnov test. The levels of statistical significance were established with a confidence interval of 95% ($P < 0.05$).

ción totales; 6/repetición, 24/tratamiento, en periodos de 5 horas diarias, durante cuatro semanas. El horario de observación se dividió en tres periodos: Matutino, mediodía y vespertino, en lapsos de 15 minutos por corral (Anexo 1). Se calcularon las frecuencias de presentación en el uso de las perchas, la caja de arena y el picoteo a los objetos y cama, baño en cama, acicalamiento y perchado en superficies distintas a la percha. Además, se calcularon las frecuencias de conductas interactivas: Picoteo a la cabeza, picoteo a otras partes del cuerpo, amenazas y aproximaciones (Anexo 2).

Variables de producción

Las variables de producción consideradas fueron: Peso vivo y conversión alimentaria. Los pollos se pesaron al inicio de la cuarta semana y al final de la séptima semana. Se promedió el peso vivo a la séptima semana en cada tratamiento. La conversión alimentaria se calculó midiendo el consumo de alimento promedio por tratamiento usando como valor la diferencia entre el alimento asignado y el promedio sobrante al final del experimento y dividido entre el número de kilos de pollo obtenidos por tratamiento.

Respuesta inmune: Determinación del nivel de anticuerpos

Se usó como variable de respuesta inmune a la determinación de los niveles de anticuerpos en respuesta a la vacunación contra la enfermedad de Newcastle. Los pollos se vacunaron con vacuna cepa *La Sota*, vía ocular a los diez días de edad y diluida en el agua de bebida al día 28. Al final de la séptima semana de edad se obtuvieron muestras de sangre de la vena radial de 12 pollos por tratamiento (tres pollos por corral) seleccionados de manera aleatoria. Las pruebas para la determinación de los niveles de anticuerpos se realizaron en el Laboratorio de Diagnóstico Clínico del Departamento de Producción Animal: Aves, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, con la técnica de inhibición de la hemoagglutinación.²⁴ Los valores a considerar se basan en Alexander²⁵ con una relación mínima de 1:64, ($\log_2 64$ logaritmo). Para el análisis se usaron los valores promedio por tratamiento de la expresión logarítmica de los títulos de anticuerpos obtenidos.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el software Statistica®. En primera instancia se aplicó en los datos la prueba para normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Los niveles de significancia estadística se establecieron con un intervalo de confianza del 95% ($P < 0.05$).

Applied tests

Kruskal-Wallis

This test was used in order to compare the frequency of events of the individual and social behavior between treatments. The results are expressed in Kruskal-Wallis H value, degrees of freedom and value of P.

Mann-Whitney U

This was used to separately compare the mentioned variables.

Analysis of variance

This was used to compare the antibody levels and the productive parameters between treatments.

Spearman correlations

These were used to relate behavior variables amongst themselves and to relate behavior with production variables.

Results

Behavioral study

When the individual behavior events that didn't involve any elements of environmental enrichment were compared and observed in all the treatments, it became obvious that the perching behavior was different between groups ($N = 20, 15.40, P < 0.01$). Head pecking frequency was less in the treatment containing the sandbox (Table 1). There were no differences between groups for the behaviors of litter pecking, bathing in litter and preening (Table 1).

In relation to the comparison of the treatment that combined the three elements that were considered, with each of the separate treatments, there were no differences in the behavior of object pecking, sand bathing and perching. (Table 2).

When social interactive behavior frequencies were compared it was noted that head pecking was significantly lower in the treatment containing the sandbox ($N = 20, H = 9.91, P < 0.05$) and greater in the groups with perches and in those where all the elements were used ($U = 0, Z = 2.3, P < 0.05$) (Table 3). There were no differences in the frequency of pecking of other body parts or in threatening behaviors. With respect to approximation behavior, contact with a group of chickens ($N = 20, H = 12.70, P < 0.05$) was more frequent than carrying out the same behavior with a solitary bird ($N = 20, H = 3.9, p > 0.05$). The highest frequency

Pruebas utilizadas

Kruskal-Wallis

Esta prueba se usó para comparar las frecuencias de eventos de conducta individual y social entre tratamientos. Los resultados se expresan en Kruskal-Wallis valor H, grados de libertad y el valor de P.

U de Mann-Whitney

Se utilizó para comparar por separado las variables mencionadas.

Análisis de varianza

Se usó para comparar los niveles de anticuerpos y parámetros productivos entre tratamientos.

Correlaciones Spearman

Se usaron para relacionar variables de comportamiento entre sí, y para relacionar comportamiento con variables de producción.

Resultados

Estudio conductual

Cuando se compararon eventos de conducta individual que no involucraban a ninguno de los elementos de enriquecimiento y observables en todos los tratamientos, se vio que la conducta de perchar fue diferente entre grupos ($N = 20, 15.40, P < 0.01$). La frecuencia de picoteo a la cabeza fue menor en el tratamiento con caja de arena (Cuadro 1). No se encontraron diferencias entre grupos para las conductas de picoteo a la cama, baño en la cama y acicalamiento (Cuadro 1).

Con respecto a la comparación entre el tratamiento que combinó a los tres elementos considerados, con cada uno de los tratamientos que lo hizo por separado, no se encontraron diferencias en las conductas de picoteo a objetos, bañarse en caja de arena y perchar (Cuadro 2).

Cuando se compararon las frecuencias de conductas interactivas sociales se detectó que el picoteo a la cabeza fue significativamente menor en el tratamiento donde se encontraba la caja con arena ($N = 20, H = 9.91, P < 0.05$) y mayor en los grupos con perchas y donde se utilizaban todos los elementos ($U = 0, Z = 2.3, P < 0.05$) (Cuadro 3). No se encontraron diferencias en la frecuencia de picoteo a otras partes del cuerpo y amenazas. Con respecto a las aproximaciones, el contacto con un grupo de pollos ($N = 20, H = 12.70, P < 0.05$) fue más frecuente que hacerlo con uno solo ($N = 20,$

Cuadro 1

MEDIA (\pm DESVIACIÓN ESTÁNDAR) DE LAS FRECUENCIAS RELATIVAS DE EVENTOS EN CONDUCTAS DE MANTENIMIENTO PRESENTES EN TODOS LOS TRATAMIENTOS (EVENTOS/H)
 MEANS (\pm STANDARD DEVIATION) OF THE FREQUENCIES OF EVENTS MAINTENANCE BEHAVIORS PRESENT IN ALL TREATMENTS (EVENTS/H)

Conducta Behavior	Testigo Control	Objetos Objects	Tratamientos Treatments			(P)
			Caja Box	Perchas Perches	Combinado Combination	
Picoteo cama	7.83 \pm 1.94 ^a	7.71 \pm 1.25 ^a	5.38 \pm 1.82 ^a	4.42 \pm 0.79 ^a	5.33 \pm 2.75 ^a	.08
Perchar	0.13 \pm 0.15 ^a	0.21 \pm 0.16 ^a	3.5 \pm 2.32 ^b	1.42 \pm .31 ^b	1.29 \pm .76 ^b	.0047**
Baño cama	0.79 \pm 0.28 ^a	0.5 \pm 0.3 ^a	0.71 \pm 0.64 ^a	0.54 \pm 0.59 ^a	0.25 \pm 0.21 ^a	.44
Acicalar	6.63 \pm 1.79 ^a	5.83 \pm 2.29 ^a	6.17 \pm 1.99 ^a	5.21 \pm 2.03 ^a	4.71 \pm 1.49 ^a	.71

^{ab} Different superscripts indicate significant differences in the means ($P < 0.05$)

* ($P < 0.05$) Kruskal-Wallis

** ($P < 0.01$)

Cuadro 2

MEDIA (\pm DESVIACIÓN ESTÁNDAR) DE LAS FRECUENCIAS RELATIVAS DE EVENTOS EN CONDUCTAS DE MANTENIMIENTO PARA LOS TRATAMIENTOS CON ELEMENTOS DE ENRIQUECIMIENTO (EVENTOS/H)
 MEANS (\pm STANDARD DEVIATION) OF FREQUENCIES OF EVENTS OF MAINTENANCE BEHAVIORS FOR THE TREATMENTS WITH ENRICHMENT ELEMENTS (EVENT/H)

Conducta Behavior	Testigo Control	Objetos Objects	Tratamientos Treatments			(P)
			Caja Box	Perchas Perches	Combinado Combinated	
Picoteo a objetos.	-	4.96 \pm 1.84 ^a	-	-	2.67 \pm 1.51 ^b	.0298*
Rascar en caja.	-	-	1.21 \pm 0.47 ^a	-	.63 \pm 0.37 ^a	.3331
Perchar en percha.	-	-	-	6.00 \pm 3.92 ^a	3.33 \pm 0.52 ^a	.3123
Baño en caja.	-	-	0.83 \pm 0.85 ^a	-	0.38 \pm 0.55 ^a	.3123

^{ab} Different superscripts on the same row indicate differences in the means.
 ($P < 0.05$) Mann-Whitney.

of presentation of the approximation behavior towards a group was found in the control treatment ($U = 0.00$, $Z = 2.3$, $p < 0.05$) (Table 3).

Production parameters

There were no differences found when comparing the treatments (ANDEVA) for the production values of live weight ($F = 0.77$, $P > 0.05$) and feed conversion ($F = 1.18$, $P > 0.05$). The average live weight

$H = 3.9$, $P > 0.05$). La mayor frecuencia de presentación de la conducta de aproximación a un grupo se encontró en el tratamiento testigo ($U = 0.00$, $Z = 2.3$, $P < 0.05$) (Cuadro 3).

Parámetros de producción

En los valores de producción para peso vivo ($F = 0.77$, $P > 0.05$) y conversión alimentaria ($F = 1.18$, $P > 0.05$) no se encontraron diferencias al compararse entre trata-

Cuadro 3

MEDIA (DESVIACIÓN ESTÁNDAR) DE FRECUENCIAS RELATIVAS DE EVENTOS EN CONDUCTAS SOCIALES POR TRATAMIENTO (EVENTOS/HORA)
 MEANS (STANDARD DEVIATION) OF FREQUENCIES OF EVENTS IN SOCIAL BEHAVIORS PER TREATMENT (EVENT/H)

Conducta Behavior	Testigo Control	Tratamientos Treatments				(P)
		Objetos Objects	Caja Box	Perchas Perches	Combinado Combination	
Picoteo a la cabeza	1.92 ± 1.96 ^a	1.67 ± 1.0 ^a	0.54 ± 0.54 ^a	3.17 ± 1.41 ^b	2.71 ± 0.71 ^b	.04*
Picoteo al cuerpo	0.21 ± 0.15 ^a	0.42 ± 0.39 ^a	0.2 ± 0.15 ^a	0.38 ± 0.34 ^a	0.50 ± 0.47 ^a	.87
Amenaza	0.42 ± 0.51 ^a	0.33 ± 0.35 ^a	0.13 ± 0.15 ^a	0.21 ± 0.15 ^a	0.21 ± 0.15	.99
Aproximar a grupo	7.13 ± .57 ^a	7.00 ± 1.53 ^a	3.17 ± 1.69 ^b	3.38 ± 1.48 ^b	3.38 ± 1.15 ^b	.01*
Aproximar a un pollo	2.0 ± 0.8 ^a	2.29 ± 0.68 ^a	2.23 ± 0.34 ^a	1.58 ± 1.03 ^a	1.63 ± 0.36 ^a	.41

^{a,b}Different superscripts on the same row indicate differences in the means (P < 0.05).
 (P < 0.01) Kruskal-Wallis.

values for mixed chickens correspond in all cases to what is established for the genetic line. Nevertheless, the feed conversions for all the treatments were deficient when compared to the established standards (Table 4).

Immune response

No differences were found between treatments. The obtained values, in all cases, were greater than the minimum required according to the vaccination system that was used, 1:64 (1:2⁶ logarithm) (Table 5).

Correlations between production and behavior values

When the behavioral variables and the production values were analyzed together, two correlations were found, between behaviors. There were negative correlations between exploration (RS = -0.43, N = 20, P = 0.05) and total body care behavior (RS = -0.56, N = 20, P < 0.01) with mortality. No other association between variables was found.

Discussion

Head pecking behavior is considered an aggressive behavior and is therefore related to pecking order used to establish hierarchies in poultry that have reached sexual maturity.⁶ Newberry and Shackleton²⁶ and Corneto and Estevez²⁷ observed the effect of

mientos (ANDEVA). Los valores de peso promedio para pollos mixtos corresponden en todos los casos a los que marca la línea genética. Sin embargo, las conversiones alimentarias para todos los tratamientos fueron deficientes para el estándar que se marca (Cuadro 4).

Respuesta inmune

No se encontraron diferencias entre tratamientos. Los valores obtenidos fueron, en todos los casos, mayores al mínimo requerido de acuerdo con el sistema de vacunación utilizado, 1:64 (1:2⁶ logaritmo) (Cuadro 5).

Correlaciones entre valores de producción y conducta

Al relacionar las variables conductuales y los valores obtenidos en producción, se encontraron dos correlaciones. Se identificó una, entre la conducta de picoteo a objetos y la variable de mortalidad (RS = -0.449, N = 4, P < 0.05). Ninguna otra conducta se relacionó con variables de producción. Sin embargo, entre conductas se encontraron correlaciones negativas entre exploración (RS = -0.43, N = 20, P = 0.05) y cuidado corporal totales (RS = -0.56, N = 20, P < 0.01) con la mortalidad. No se encontró alguna otra asociación entre variables.

Discusión

La conducta de picoteo a la cabeza se considera agresiva y, por ende, se relaciona con el orden de picoteo para

Cuadro 4

VALORES OBTENIDOS PROMEDIO PARA LOS PARÁMETROS: PESO VIVO Y CONVERSIÓN ALIMENTARIA POR TRATAMIENTO
PRODUCTION PARAMETERS AVERAGE VALUES: LIVE WEIGHT, FOOD CONVERSION PER TREATMENT

Tratamiento Treatment	Peso vivo kg/pollo Live weight kg/bird	Conversión a kg Food c. kg
Testigo	2.50 ee ± .08 ^a	2.45 ee ± 0.05 ^a
Objetos	2.69 ee ± .05 ^a	2.42 ee ± 0.06 ^a
Caja	2.46 ee ± .03 ^a	2.40 ee ± 0.07 ^a
Perchas	2.58 ee ± .05 ^a	2.42 ee ± 0.11 ^a
Combinado	2.65 ee ± .06 ^a	2.55 ee ± 0.06 ^a

(ANOVA)^a: Values with the same superscript in the same column are not different (P < 0.05)

SEM = standard error of the mean.

Cuadro 5

VALORES OBTENIDOS EN TITULOS DE ANTICUERPOS, EXPRESADOS EN Log en base 2/POR TRATAMIENTO
VALUES OF ANTIBODY TITLES EXPRESSED IN base 2 LOG/PER TREATMENT

Tratamiento Treatment	Títulos Ac. Log 2 Titles Ab. Log 2
Testigo	7.5 ee ± 0.18 ^a
Objetos	7.4 ee ± 0.35 ^a
Caja	7.4 ee ± 0.17 ^a
Perchas	7.3 ee ± 0.21 ^a
Combinado	7.3 ee ± 0.31 ^a

(ANOVA)^a = Values with the same superscript in the same column show no differences (P < 0.05)

SEM = standard error of the mean.

physical barriers on behavior and determined more mobilization through a chicken coop and longer rest periods; nevertheless, they did not mention its effect on aggressive behaviors. It is possible that in this study the sandbox was used as a barrier therefore contributed to lower frequencies in pecking by increasing the possibilities of avoidance physical contact that could turn into aggression. This effect has also been observed in other captive species such as tigers²⁸ and primates²⁹ where the use of a physical barrier added to their enclosure, reduced aggressive encounters.

On the other hand, the use of perches may be a cause of social conflict.³⁰ In fact, in European aviaries, that integrate perches in alternative systems, a greater frequency of aggression has been observed in comparison to that of conventional systems,⁶ and this could explain the values that were obtained during this study. From the point of view of biological needs it is considered that in order to perch, aggression must be used, this fact would indicate that obtaining this resource has an important value which the birds are willing to fight for. The use of perches in broilers is influenced by the age and weight of the birds; as these factors increase they tend to use the perches less,²² this effect was also observed in this study.

In this study, there were no differences in the variables considered as production parameters. The design of the housing facilities and the climatic factors favored the presentation of severe ascites,³¹ which had had an important repercussion on the determi-

establecer jerarquías en aves que han alcanzado la madurez sexual.⁶ Newberry y Shackleton²⁶ y Corneto y Estevez²⁷ observaron el efecto de barreras físicas sobre la conducta y determinaron una mayor movilización a lo largo de una nave y mayor tiempo en descanso; sin embargo, no mencionan su efecto sobre las conductas de agresión. Es posible que en este estudio la caja con arena fue utilizada como barrera, lo que contribuyó a una menor frecuencia de picoteos al incrementar las posibilidades de que las aves evitaran el contacto físico que derivara en una agresión. Este efecto también se ha observado en otras especies en cautiverio como los tigres²⁸ y en primates²⁹ en donde el uso de una barrera física adicionada al ambiente de un encierro, disminuyó los encuentros agresivos.

Por otro lado, el uso de perchas puede ser un elemento de conflicto social.³⁰ De hecho el efecto observado en sistemas alternativos que integran perchas, como los aviarios en Europa, es la presencia de mayores frecuencias de agresión en comparación con sistemas convencionales,⁶ esto último podría explicar los valores obtenidos en este estudio. Desde el punto de vista de necesidades biológicas, si se considera que para perchar se utiliza la agresión, este hecho estaría indicando que la obtención de este recurso tiene un valor importante por el cual incluso las aves están dispuestas a pelear. El uso de perchas en pollos de engorda se ve influenciado por la edad y el peso de las aves, quienes conforme lo incrementan, tiende a utilizarlas menos,²² lo cual también se observó en el presente estudio.

nation of the feed conversion. Nevertheless, during correlation, several associations were found that may turn out to be important. The correlations between the frequency of body care behaviors and the total frequencies of exploration with mortality values, could be explained in the sense that when animals felt sick, they tended to reduce the presentation of this type of behavior.

The effects of stress on the resistance of the birds to disease and on their immune response is still not completely clear.^{32,33} There are studies in rats, wherein, even though a response to social stress factors is observed, including the presence of high corticosterone levels in blood, no changes in antibody titers could be found.³⁴ On the other hand, in other poultry studies, lower levels of antibodies have been observed as a result of social stress³⁵ as well as in sows that showed higher levels of circulating ACTH due to the effect of housing facilities and social stress.³⁶ In this study, the response that was obtained was within the expected range according to the schedule and was probably aided by the design of the experiment.

According to the results that were obtained, the use of the elements that were considered in this study promoted the presence of the foreseen behaviors, nevertheless, there was not an important response to improve the parameters that were taken into consideration. It is possible that, according to the environment in which these animals develop, the needs are directed toward different behavior requirements to those proposed and therefore it is necessary to take into consideration these basic needs and the elements that are to be included. Such is the case of the use of physical barriers, which were not taken into consideration in this study and that according to the latest reviews of this topic have certain advantages in their experimental use. It is important that the direct effect upon the production is taken into consideration but an improvement in the individual welfare must also be considered, and this must be evaluated in a more detailed way considering the resulting quality of the product destined for human consumption. In the search for a productive ideal, physical and behavior characteristics have been integrated directly and indirectly, whereby the adaptability observed is determined by the production objectives;³⁷ nevertheless, the possible relationship between cause-effect of behavior and the presentation of disease requires more attention and further studies in broilers.

Acknowledgements

The authors wish to acknowledge the support given by the Postgraduate Program of the College of Veterinary

Como se pudo observar, no se encontraron diferencias en las variables consideradas para parámetros de producción. El diseño de los alojamientos y los factores climáticos favorecieron la presentación de un cuadro grave de ascitis,³¹ lo cual tuvo una repercusión importante en la determinación de la variable de conversión. Sin embargo, en el momento de correlacionar se encontraron algunas asociaciones que pueden resultar importantes. Las correlaciones entre el total de frecuencias de conductas de cuidado corporal y el total de frecuencias de conductas de exploración con los valores de mortalidad, se explicarían en el sentido de que los animales al sentirse enfermos, tienden a disminuir la presentación de este tipo de conductas.

Los efectos del estrés sobre la resistencia de las aves a las enfermedades y en la respuesta inmune aún no están claros del todo.^{32,33} Existen estudios en ratas, en donde pese a observarse el desencadenamiento de una respuesta a factores de estrés social, incluyendo la presencia de altos niveles de corticosterona en sangre, no se observó ningún cambio en los títulos de anticuerpos;³⁴ y por otra parte, en otros estudios en aves se han observado efectos de menores niveles de anticuerpos también por efecto de estrés social³⁵ y en cerdas que mostraron mayores niveles de ACTH circulante por efecto de alojamiento y estrés social.³⁶ En el presente estudio, la respuesta obtenida se encontró dentro del rango esperado de acuerdo al calendario y en donde probablemente el propio diseño del experimento la haya propiciado.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la utilización de los elementos considerados en el presente estudio sí promovieron la presencia de las conductas previstas; sin embargo, no se encontró una influencia importante dentro del mejoramiento de los parámetros considerados. Es posible que de acuerdo al ambiente en el que se desarrollan estos animales, las necesidades se hayan dirigido hacia requerimientos conductuales diferentes a los planteados y, por lo tanto, sea necesario reconsiderar estas necesidades básicas y los elementos a integrar. Tal es el caso del uso de barreras físicas, las cuales no fueron consideradas en el presente estudio y que de acuerdo a las últimas revisiones sobre el tema presentan ventajas en su utilización de manera experimental. Es importante considerar el efecto directo sobre la producción, pero también un mejoramiento en el nivel de bienestar de estas aves, el cual debe evaluarse de manera más profunda a partir de la calidad del producto que resulte para el consumo humano. En la búsqueda del ideal productivo, se han integrado características físicas y conductuales de manera directa e indirecta, en donde se observa una adaptabilidad determinada por objetivos de producción;³⁷ sin embargo, la posible relación de causa-efecto entre la conducta y la presentación de enfermedades necesita de mayor atención y estudios posteriores en los pollos de engorda.

Medicine, as well as the National Council of Science and Technology (Conacyt) for their complementary support. Dr Ernesto Avila Gonzalez and MP Ezequiel Sanchez from the Poultry Production Teaching, Research and Extension Center (CEIEPA) of the College of Veterinary Medicine-UNAM, for the use of their installations. We also wish to give special thanks to Dra. Graciela Tapia for her support during the statistical analysis of the data, MP Krimilda Valle Valenzuela for her collaboration in the behavior observations and PMVZ Rebeca Vazquez, for her support in managing the data with the computer programs.

Annex 1 OBSERVATION SCHEDULE

Treatments = A (Control), B (Objects), C (Box), D (Perches), E (Combination).
Repetition: 1, 2, 3, 4.

Observation day Schedule/EU

Day 1. 8:00 8:15 8:30 8:45 9:00 9:15 9:30 9:45 10:00
Pen 1 A 1B 1C 1D 1E 2 A 2B 2C 2D
13:00 13:15 13:30 13:45// 16:00 16:15 16:30 16:45
2E 3 A 3B 3C 3D 3E 4 A 4B
17:00 17:15 17:30 17:45
4C 4D 4E 1 A.

Day 2. 8:00 8:15 8:30 8:45 9:00 9:15 9:30 9:45 10:00
Pen 1 B 1C 1D 1E 2 A 2B 2C 2D 2E
13:00 13:15 13:30 13:45// 16:00 16:15 16:30 16:45
3 A 3B 3C 3D 3E 4 A 4B 4C
17:00 17:15 17:30 17:45
4D 4E 1 A 1B

Day 3. 8:00 8:15 8:30 8:45 9:00 9:15 9:30 9:45 10:00
Pen 1C 1D 1E 2 A 2B 2C 2D 2E 3A
13:00 13:15 13:30 13:45// 16:00 16:15 16:30 16:45
3B 3C 3D 3E 4 A 4B 4C 4D
17:00 17:15 17:30 17:45
4E 1A 1B 1C

successively to 24 days.

Annex 2 BEHAVIOR DESCRIPTION

A) Maintenance behaviors

1. Exploratory

- E1. Object pecking. Pecking behavior directed towards objects and alfalfa.
- E2. Environmental pecking. Pecking behavior directed toward different elements in the pen such as straw bed, wood, wire, etc..

2) Body care. Includes all cleaning and feather maintenance behavior, as well as that needed to regulate

Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento del presente estudio al Programa de Becas para el Posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, así como al Dr. Ernesto Ávila González y el M.P. Ezequiel Sánchez, del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPA) de la FMVZ-UNAM, por el uso de sus instalaciones. También queremos dar un especial agradecimiento a la Dra. Graciela Tapia por su apoyo para el análisis estadístico de los datos y a la MP Krimilda Valle Valenzuela, por su colaboración en la observación conductual.

Anexo 1 FLUJOGRAMA DE OBSERVACIÓN

Tratamientos (incluyendo al testigo) = A (Testigo), B (Objetos), C (Caja), D (Perchas), E (Combinado).
Repetición: 1, 2, 3, 4.

Día de observación Horario/UE

Día 1. 8:00 8:15 8:30 8:45 9:00 9:15 9:30 9:45 10:00
Corral 1 A 1B 1C 1D 1E 2 A 2B 2C 2D
13:00 13:15 13:30 13:45// 16:00 16:15 16:30 16:45
2E 3A 3B 3C 3D 3E 4A 4B
17:00 17:15 17:30 17:45
4C 4D 4E 1 A.

Día 2. 8:00 8:15 8:30 8:45 9:00 9:15 9:30 9:45 10:00
Corral 1 B 1C 1D 1E 2A 2B 2C 2D 2E
13:00 13:15 13:30 13:45// 16:00 16:15 16:30 16:45
3A 3B 3C 3D 3E 4A 4B 4C
17:00 17:15 17:30 17:45
4D 4E 1A 1B

Día 3. 8:00 8:15 8:30 8:45 9:00 9:15 9:30 9:45 10:00
Corral 1C 1D 1E 2A 2B 2C 2D 2E 3A
13:00 13:15 13:30 13:45// 16:00 16:15 16:30 16:45
3B 3C 3D 3E 4A 4B 4C 4D
17:00 17:15 17:30 17:45
4E 1A 1B 1C

así sucesivamente hasta completar 24 días.

Anexo 2 DESCRIPCIÓN DE CONDUCTAS OBSERVADAS

Muestras de tipo conductual

A) Conductas de mantenimiento

1. Exploratorias

- E1. Picoteo a objetos. Dirigir la conducta de picoteo a los objetos y alfalfa.

body temperature. Those behaviors considered were:

C1. Bathing in sand box. With chickens lying down, fluffing up their feathers and rolling over in the gravel, using their whole body to carry out the behavior.

C2. Bathing in their bedding. With chickens lying down, fluffing up their feathers and rolling over in their bedding, using their whole body to carry out the behavior.

C3. Preening. Self-preening, cleaning their feathers using their beak; all chickens are considered, whether they are lying down or standing.

3) Perching. The act of remaining over an object that has been raised from the floor, an activity that is related to resting in high places in order to avoid predation:

P1. Specifically using the perch provided.

P2 Using all surfaces which can serve this purpose such as the sand box, the feeder, the drinking dish or the edge of the wooden frame which is used to separate different areas of the pen.

B) SOCIAL BEHAVIOR

1. Aggression and redirected behaviors

A1. Head and neck pecking. Considered the most representative behavior of the establishment of hierarchies and therefore part of social aggression.

A2. Pecking any other part of the chicken's body not including the head or neck. This is considered to be redirected behavior.

A3. Threat. Directing the head towards another animal but without touching it. This includes all actions carried out by one animal, sometimes with its beak, without physically touching another animal; or using the whole body, without ever touching their opponent, sometimes facing forward and using their feet.

2. Approximations.

AP1. Towards a group. Walking directly towards more than one individual, be they lying down or standing together.

AP2. Towards one chicken. This other chicken can be lying down or standing.

E2. Picoteo a ambiente. Dirigir la conducta de picoteo hacia los elementos presentes en el corral, cama, madera, alambre, etcétera.

2) Cuidado corporal. Incluye a las conductas de limpieza y mantenimiento de las plumas, y las necesarias para regular temperatura. Se consideraron las dirigidas al mantenimiento del plumaje:

C1. Baño en caja de arena. Echados, esponjando las plumas y revolviéndose, en la grava, utilizando todo el cuerpo para ello.

C2. Baño en la cama. Echados, esponjando las plumas y revolviéndose en el material de la cama, utilizando todo el cuerpo para ello.

C3. Acicalar. Autoacicalamiento, limpieza de las plumas usando el pico considerando tanto a los pollos echados o parados.

3) Perchar. Es el acto de permanecer sobre un objeto elevado del piso, actividad relacionada con el descanso en lugares altos para evitar la depredación:

P1. Utilizando específicamente la percha.

P2 En todas las superficies susceptibles de utilizarse para tal fin, como la caja de arena, el comedero, bebedero o la orilla del marco de madera que se utiliza como separación.

B) Comportamiento social

1. Agresiones y conductas redirigidas

A1. Picoteo dirigido a la cabeza y área del cuello, considerado como la conducta representativa en el proceso de jerarquización y, por lo tanto, de agresión social.

A2. Picoteo a cualquier otra parte del cuerpo de otro pollo, que no sea la cabeza y área del cuello. Considerada como redirigida.

A3. Amenaza. Dirigir la cabeza hacia otro animal, sin tocar. Se incluyen las acciones realizadas por un sujeto, en algunas ocasiones con el pico sin contacto físico con otro individuo; o con el cuerpo completo, sin tocar o tocando a un oponente, en algunas ocasiones de frente y con las patas.

2. Aproximaciones

AP1. Hacia un grupo. Caminar directamente hacia más de un individuo, echados o parados juntos.

AP2. Hacia un solo pollo. Puede estar echado o parado.

References

1. Gao W, Feddes JJ, Robinson F, Cook I. Effect of stocking density on the incidence of usage of enrichment devices by White Leghorn hens. *J Appl Poultry Res* 1994;3:336-341.
2. Sherwin CM, Ryan C, German A. Spherical environmental objects for laying hens. Proceedings of the International Congress on Applied Ethology: 15-18 August 1993; Berlin, Germany. Berlin, Germany: International Society for Applied Ethology, 1993:474-476.
3. Reed HJ, Wilkins LJ, Austin SD, Gregory NG. The effect of environmental enrichment during rearing on fear reactions and depopulation trauma in adult caged hens. *Appl Anim Behav Sci* 1993;36:39-46.
4. Mench JA. The welfare of poultry in modern production systems. *Poultry Sci* 1992;4:107-128.
5. Fraser AF, Broom DM. Farm animal behaviour and welfare. London (UK): Bailliere and Tindall, 1990.
6. Appleby CM, Hughes BO, Elson HA. Poultry production systems. Wallingford (UK): CAB International, 1992.
7. Murphy LB. The practical problems of recognizing and measuring fear and exploration behaviour in the domestic fowl. *Anim Behav* 1978;26:422-431.
8. Wood-Gush DGM. The behaviour of the domestic fowl. London (UK): Heinemann Educational, 1971.
9. Burt HE. The psychology of birds, an interpretation of bird behavior. New York: Macmillan, 1967.
10. Van Liere DW. Dustbathing as related to proximal and distal feather lipids in laying hens. *Behav Proc* 1992;26:177-188.
11. Van Liere DW. The significance of fowl's bathing in dust. *Anim Welf* 1992;1:187-202.
12. Broom DM. The stress concept and ways of assessing the effects of stress in farm animals. *Appl Anim Ethol* 1983;11:79-83.
13. Estevez I, Newberry R, Arias de RL. Broiler chickens: a tolerant social system? *Etologia* 1997;5:19-29.
14. Galindo MF. La importancia de la etología en la medicina veterinaria y zootecnia. *Etología y bienestar animal. Serie Temas Actualidad*. México (DF): Federación de Colegios y Asociaciones de Médicos Veterinarios Zootecnistas, 1995;2:12-20.
15. Gross WB, Colmano G. The effect of social isolation on resistance of some infectious diseases. *Poultry Sci* 1969;48:514-520.
16. Gross WB, Siegel PB. Effects of early environmental stresses on chicken body weight, antibody response to RBC antigens, feed efficiency, and response to fasting. *Avian Dis* 1981;24:569-579.
17. Broom DM, Johnson KG. Stress and animal welfare. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1993.
18. Newberry RC. Environmental enrichment: increasing the biological relevance of captive environments. *Appl Anim Behav Sci* 1995;44:229-243.
19. Gvoryahu G, Cunningham DL. Filial imprinting, environmental enrichment, and music application effects on behavior and performance of meat strain chicks. *Poultry Sci* 1989;68:211-217.
20. Nicol CJ. Effects of environmental enrichment and gentle handling on behavior and fear responses of transported broilers. *Appl Anim Behav Sci* 1992;33:367-380.
21. Weeks CA, Nicol CM, Sherwin AD, Kestin SC. Comparison of the behaviour of broiler chickens in indoor and free-range environments. *Anim Welf* 1994;3:179-192.
22. Hughes BO, Elson HA. The use of perches by broilers in floor pens. *Br Poultry Sci* 1977;18:715-722.
23. Weeks CA, Davies HC. Periodicity of behaviour of broilers at 4 and 6 weeks of age. *Br Poultry Sci* 1995;35:876-877.
24. Beard CW. Serologic procedures. In: Graham P, Lawrence HA, Charles HD, James EP, editors. A laboratory manual for the isolation and identification of avian pathogens. The American Association of Avian Pathologists. 3rd ed. Ames (Io): Kendall/Hunt Publishing Co., 1989:192-193.
25. Alexander DJ. Newcastle disease. In: Graham P, Lawrence HA, Charles HD, James EP, editors. A laboratory manual for the isolation and identification of avian pathogens. The American Association of Avian Pathologists. 3rd ed. Ames (Io): Kendall/Hunt Publishing Co., 1989:120-144.
26. Newberry RC, Shackleton DM. Use of visual cover by domestic fowl: a Venetian blind effect? *Anim Behav* 1997;54:387-395.
27. Cornetto T, Estevez I. Utilizing artificial cover to improve use of pen center by domestic fowl. Proceedings of the 33rd International Society for Applied Ethology; 17-21 August 1999; Lillehammer, Norway. Oslo, Norway; International Society of Applied Ethology, 1999:57.
28. Cassaigne GI. Efecto del enriquecimiento ambiental sobre la incidencia de interacciones agresivas en un grupo de tigres (*Panthera tigris*) en confinamiento (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1999.
29. Chamove AS. Environmental enrichment: a review. *Anim Tech* 1989;40:155-178.
30. Rushen J. The peck orders of chickens: how do they develop and why are they linear? *Anim Behav* 1982;30:1129-1137.
31. López CC. Síndrome ascítico. En: Castro MI, Estudillo LJ, editores. Examen general de calidad profesional. Material de estudio. Área: aves. México (DF): Sistema de Universidad Abierta, Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL), 1996:343-347.
32. Tejeda PA, Téllez IG, Galindo MF. Técnicas de medición de estrés en aves. *Vet Méx* 1997;28:345-351.
33. Hargis BM, Téllez G. La influencia del estrés sobre la inmunidad de las aves y su resistencia a las enfermedades. *Memorias del Curso sobre Avances en Inmunología Aviar*; 15 marzo 1996; México (DF). México (DF): Asociación de Especialistas en Ciencias Avícolas, 1996:1-7.
34. Klein F, Lemarie V, Sandi C, Vitiello S, Van der LJ, Laurent PE *et al*. Prolonged increase of corticosterone secretion by chronic social stress does not necessarily impair immune functions. *Life Sci* 1992;50:723-731.
35. Siegel PB. Poultry, stress, immunity interactions are analysed. *Poultry Dig* 1990;s/v:38-42.
36. Zanella AJ, Mendl M, Broom DM. An investigation of the relationship between adrenal activity, social rank and immunocompetence in pregnant sows kept in different housing conditions. *Appl Anim Behav Sci* 1991;30:175-176.
37. Newberry RC, Estevez IA. Dynamic approach to the study of environmental enrichment and animal welfare. *Appl Anim Behav Sci* 1997;54:53-57.