



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACION DE UN 1o. Y 2o. CICLO PRODUCTIVO DE AVESTRUCCES AFRICAN BLACK (STRUTHIO CAMELUS) EN UN CRIADERO DEL ALTIPLANO MEXICANO Y EFECTO DE UNA CUTICULA ARTIFICIAL EN LOS HUEVOS INCUBADOS DEL SEGUNDO CICLO.

## T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**  
P R E S E N T A :

**RAUL CERVANTES SANCHEZ**

ASESORES:

- MVZ. MC. MARCO ANTONIO JUAREZ ESTRADA
- MVZ. MC. DR. C. JOSE ANTONIO QUINTANA LOPEZ
- MVZ. MSc. ERNESTO AVILA GONZALEZ





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

**EVALUACIÓN DE UN 1º Y 2º CICLO PRODUCTIVO DE AVESTRUCCES  
*AFRICAN BLACK (STRUTHIO CAMELUS)* EN UN CRIADERO DEL  
ALTIPLANO MEXICANO Y EFECTO DE UNA CUTÍCULA ARTIFICIAL EN  
LOS HUEVOS INCUBADOS DEL SEGUNDO CICLO.**

**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**

**Raúl Cervantes Sánchez**

**Asesores:**

**MVZ. MC. Marco Antonio Juárez Estrada  
MVZ. MC. DrC. José Antonio Quintana López  
MVZ. MSc. Ernesto Ávila González**

**México D.F. 2002**

## DEDICATORIA

A mi esposa Georgina Mendoza Pimentel.  
Por que con su amor, ternura y comprensión me ha hecho el hombre más feliz del mundo.

A mis hijos Antonio y Ángel.  
Por ser mi más grande orgullo.

A mis abuelitos Maria Luisa y Hermilo.  
Por darme todo lo mejor aún estando en el cielo.

A mi madre Eusebia Sánchez Guzmán.  
Por darme la vida.

A mi padre Raúl Cervantes Mondragón.  
Por todas sus enseñanzas.

A mis hermanas Rosa y Beatriz.  
Por creer en mí.

A mis suegros Doña Guille y Don Jorge.  
Por su gran apoyo, confianza y cariño.

A mis grandes carnales Vito, Danny y Chucho.  
Por ser los hermanos que no tuve.

A Doña Mary y a Chabelo.  
Por ser como unos padres para mí.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mis asesores:**

**MVZ. MC. Marco Antonio Juárez Estrada**

**MVZ. MC. DrC. José Antonio Quintana López**

**MVZ. MSc. Ernesto Ávila González**

**Por su incondicional apoyo para la realización de este trabajo.**

**A La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia:**

**Por contribuir a mi formación profesional.**

**Al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola:**

**Por darme la oportunidad de aprender con ellos.**

**Al MVZ. EPA. Jaime Esquivel Peña:**

**Por su disposición para trabajar.**

**A Don Rodrigo Cisneros:**

**Por su valiosa amistad.**

**Al Sr. Manlio Germán Ordaz Ordaz:**

**Por sus sabios consejos cuando más los necesite.**

**Al Arq. Pablo Montante Ruiz:**

**Por impulsarme en todo momento hacia delante.**

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
MATERIAL Y MÉTODOS	7
RESULTADOS	11
DISCUSIÓN	16
CONCLUSIONES	28
LITERATURA CITADA	29
CUADROS	33
GRÁFICAS	36

## RESUMEN

CERVANTES SÁNCHEZ, RAÚL. Evaluación de un 1º y 2º ciclo productivo de avestruces *African black (Struthio camelus)* en un criadero del altiplano mexicano y efecto de una cutícula artificial en los huevos incubados del segundo ciclo (bajo la dirección de: Marco Antonio Juárez Estrada, José Antonio Quintana López y Ernesto Ávila González).

En un criadero del altiplano mexicano se evaluaron 11 parejas de avestruces durante un primer ciclo (1999) y 9 parejas en un segundo ciclo (2000). Se evaluó un sistema de calificación de parejas reproductoras (alta, mediana o baja) considerando los huevos totales producidos, el porcentaje de fertilidad y el porcentaje de incubabilidad de cada hembra. En el primer ciclo se detectaron huevos con alta pérdida de humedad, durante el segundo ciclo a los huevos con posible alta pérdida de humedad se les aplicó una cutícula artificial. En el primer ciclo se observó una pareja alta reproductora, cuatro medianas y seis bajas, con un total de 622 huevos que promediaron 25.23% de fertilidad, 41.48% de incubabilidad y 44.64% de viabilidad. En el segundo ciclo se clasificó como alta reproductora una pareja, como medianas cuatro y como bajas productoras otras cuatro con un total de 512 huevos, se observó en promedio 39.71% de fertilidad, 39.71% de incubabilidad y 25% de viabilidad. Los huevos con cutícula artificial tuvieron una pérdida de humedad promedio de 20.8%, mientras que los huevos sin cutícula artificial tuvieron un promedio de 22.4%. La incubabilidad en los huevos con cutícula fue del 50% y sin cutícula del 37.5%. Con base en los parámetros reproductivos obtenidos y la edad de las aves estudiadas se recomienda evaluar a los reproductores mínimo dos ciclos después de la madurez sexual. Se concluye que una cutícula artificial reduce la pérdida de humedad y mejora la incubabilidad sin afectar la viabilidad del embrión.

## INTRODUCCIÓN

La explotación comercial de avestruces en México se ha convertido en la última década en una opción dentro de la explotación pecuaria nacional, ya que es una alternativa para la obtención de proteína animal a bajo costo de producción, debido a que es una especie adaptable a diferentes climas.<sup>1-5</sup>

Para optimizar la producción de crías de avestruz el hombre ha sustituido la incubación natural efectuada por las hembras de avestruz, por métodos artificiales de incubación.<sup>1,6,7,8,9,10</sup> Un aspecto clave para el éxito de una explotación de avestruces es la adecuada incubación de los huevos.<sup>7,8</sup> Sin embargo, se debe considerar que en la avicultura industrial las aves reproductoras domésticas, incluidas las madres de las gallinas ponedoras de huevo para plato y del pollo de engorda, han pasado por un largo y minucioso proceso de selección genética, selección por la cual se ha logrado buena uniformidad en el peso y calidad del huevo.<sup>2,4,11</sup> Esta selección se ha visto favorecida por una tradición milenaria en la avicultura, además de la relativa facilidad y economía con la cual puede obtenerse la uniformidad al contar con lotes de miles de aves, a diferencia de la incipiente industria del avestruz más limitada en recursos y difusión.<sup>8,12</sup>

Actualmente la selección genética efectuada en la única raza existente (*African black*) se ha concentrado prácticamente más en la calidad de los productos, como las plumas o la cantidad de huevos, que en la calidad misma de la reproducción.<sup>2,4,8</sup> La escasa selección genética efectuada en la crianza del avestruz no ha permitido obtener aún huevos uniformes a partir de las aves reproductoras.<sup>7,8</sup> Este proceso se vislumbra a largo plazo, principalmente por el tiempo y recursos económicos requeridos.<sup>7,8</sup> Por lo anterior y con base en la poca selección genética, los parámetros de incubación deben ser válidos para una amplia banda media, no obstante debe buscarse la máxima uniformidad en los huevos seleccionados para la incubación.<sup>7,8,13,14</sup> Ésta amplia variabilidad de resultados en los parámetros de incubación atribuidos a la falta de uniformidad no pueden corregirse por otros medios más que por el de selección genética.<sup>7,8</sup>

Alrededor del mundo existen diversas explotaciones con parámetros de producción que varían de una a otra.<sup>2</sup> Actualmente y con el tipo de aves con que se cuenta, el determinar los parámetros productivos estándar de la especie y extrapolarlos a todo tipo de explotación no ha sido de mucha utilidad, debido a la escasa relación que existe entre los resultados que se obtienen a diferentes latitudes y el lugar de origen de estas aves.<sup>7,14</sup> Por lo tanto para evaluar la factibilidad zootécnica es prioritario que cada explotación de aves determine sus propios parámetros.<sup>2</sup>

El genoma de cada hembra reproductora determina la estructura del cascarón de sus huevos, condición que puede verse afectada por factores como edad, tipo de alimentación, salud y raza del animal.<sup>1,2,4,8,15,16</sup> Al mismo tiempo existen otros tipos de elementos que influyen directamente sobre la incubación, tales como la altura sobre el nivel del mar, disponibilidad de oxígeno y la temperatura y humedad de la máquina incubadora, que a la vez determinan el porcentaje de humedad que pierde cada huevo incubado.<sup>2,4,8,10,13,14,17,18,19</sup> Vigilar la pérdida de humedad a través de la pérdida progresiva de peso del huevo durante la incubación, es una herramienta útil para predecir el comportamiento de las condiciones de operación de la máquina incubadora y de los huevos de cada hembra, lo cual proporciona elementos de decisión al momento de la eclosión, ya que se ha observado que una pérdida baja de humedad o un exceso de pérdida de la misma durante la incubación ocasionan problemas de incubabilidad.<sup>2,8,13,14</sup> Para obtener una adecuada tasa de natalidad se requiere que el huevo pierda aproximadamente el 15% de su peso en forma de vapor de agua.<sup>2,4,8,10,13,14</sup>

Se sabe que una gran cantidad de huevos de hembras jóvenes, viejas y algunos muy porosos tienen una excesiva pérdida de humedad durante la incubación, factor que compromete la viabilidad del embrión.<sup>2,4,8,10,13,14,18,20,21</sup> Ésta pérdida es regulada por el intercambio gaseoso del embrión vivo, la cantidad y tamaño de los poros que tiene el cascarón y la humedad de la máquina incubadora, por lo cual ésta última es la única que técnicamente es posible modificar. También se ha observado que la mayor parte de los huevos incubados en una explotación ubicada en el altiplano mexicano pierden más humedad de la requerida y es uno de los principales problemas que afectan la incubabilidad y factibilidad económica de la explotación, porque ocasiona un alto porcentaje de

mortalidad embrionaria tardía principalmente en huevos picados no nacidos, posiblemente debida a la exagerada pérdida de humedad.<sup>2,4,7</sup> Un aspecto importante en la pérdida óptima de humedad es la estructura del cascarón del huevo que se encuentra relacionada directamente con su porosidad.<sup>7,20,,21,22,23,24,25</sup>

Un factor que determina el grado e intensidad de la pérdida de humedad en huevos con gran porosidad al inicio de la incubación es la cutícula que se deposita sobre el cascarón al momento de la ovoposición.<sup>7,8,10,14,25,26,27</sup> La cutícula proporciona una barrera que evita el paso de agentes patógenos hacia el interior del huevo, amortigua la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior del huevo, regula el intercambio gaseoso al principio de la incubación e impide una excesiva pérdida de humedad. Ésta cutícula se distribuye irregularmente sobre la superficie del cascarón y se encuentra adherida a la parte calcificada del mismo, se introduce en los poros y forma tapones que sellan temporalmente al huevo.<sup>10,14,25,26,27</sup> La cutícula esta compuesta de 85% de proteína (3% proteínas hidrosolubles) y de 13 a 15% de lípidos y carbohidratos.<sup>20,26,27</sup> Una ausencia o defecto de la misma además de facilitar la contaminación, puede alterar el intercambio gaseoso y consecuentemente aumentar la pérdida de humedad a niveles que amenazan la viabilidad del embrión.<sup>10,14,25,26,27</sup> Este es un factor importante en la incubación de huevos de segundo ciclo, ya que en su estructura estos contienen la misma cantidad de calcio y fósforo, sin embargo, son de mayor tamaño y por consiguiente presentan un cascarón más delgado y con poros mas grandes, los cuales permiten una mayor pérdida de peso durante la incubación.<sup>11,13,14,19,20,24,25,26,28,29,30</sup>

En el presente estudio se evaluaron los principales parámetros productivos durante dos ciclos de producción. Con base en los resultados de incubación obtenidos durante el primer ciclo, se evaluó la pérdida de humedad de los huevos incubados durante el segundo ciclo utilizando una cutícula artificial .

## **HIPOTESIS**

- La comparación de parámetros productivos de dos ciclos continuos en producción, permite analizar los puntos débiles de la producción para proponer cambios que mejoren la producción.

- La utilización de una cutícula artificial ayuda a evitar la pérdida de humedad durante la incubación sin afectar la incubabilidad.

## **OBJETIVOS**

- Conocer la productividad de los avestruces como especie zotécnica en un criadero intensivo del altiplano mexicano durante un 1º y 2º ciclo de producción.
- Evaluar un criterio de calificación para parejas y hembras reproductoras de avestruz con base en los parámetros reproductivos.
- Determinar el efecto de una cutícula artificial aplicada a huevos de avestruz sobre la pérdida de humedad y la incubabilidad durante la incubación.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Antecedentes.-** El presente estudio se realizó en el criadero de avestruces de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México ubicado en Zapotitlán, Tláhuac, México, D.F. con una altitud de 2,250 m. s. n. m. Con clima templado húmedo, enero es el mes más frío y mayo el más caluroso, con precipitación pluvial anual de 747 mm.<sup>2,5</sup>

**Evaluación de parámetros.-** Se evaluaron dos ciclos reproductivos (primer ciclo 1999 y segundo ciclo 2000) de enero a diciembre. Se evaluó además un sistema de calificación para parejas reproductoras, con base en los registros de ciclos reproductivos anteriores; clasificándolas en altas, medianas y bajas reproductoras con base en la proporción: número total de huevos fértiles entre el número total de huevos producidos. Los parámetros evaluados fueron producción total de huevo, porcentaje de fertilidad total, porcentaje de pérdida de humedad durante la incubación, porcentaje de incubabilidad y porcentaje de viabilidad. Los datos se obtuvieron a través de registros de campo.

**Criterio de calificación.-** El criterio de calificación de las parejas reproductoras de avestruces se estableció de acuerdo con lo propuesto por Juárez *et al.*<sup>4</sup> Con las modificaciones descritas a continuación sobre los tres siguientes parámetros, producción total de huevo por hembra, % de fertilidad y % de incubabilidad. Se calificaron como altas reproductoras con el número uno a las hembras que produjeron más de 60 huevos al año, con 40% o más de fertilidad del total de su producción anual, además de contar con más del 20% de incubabilidad verificada. Las hembras calificadas como medianas reproductoras recibieron el número dos si produjeron de 40 a 59 huevos al año, con una fertilidad entre 20 y 39% y una incubabilidad entre 10% y 19%. Con el número tres se calificaron como bajas reproductoras a las hembras que produjeron 39 huevos o menos por año, con 19% o menos de fertilidad y una incubabilidad del 0-9%. Con base en la calificación de cada uno de los parámetros anteriormente especificados se obtuvo una calificación final de acuerdo con el siguiente criterio de calificación:

## CRITERIO DE CALIFICACIÓN:

- Si la hembra recibe tres calificaciones iguales se queda con la misma calificación.
- Si la hembra tiene dos calificaciones bajas y una alta se queda con la calificación más baja.
- Si la hembra tiene dos calificaciones altas y una baja se queda con la calificación más baja.

**Huevos para incubación.-** En el primer ciclo se incubaron 535 huevos provenientes de once hembras de avestruz *African black* (90, 21, 81, 93, 5, 12, 1, 79, 78, 7 y 99), en el segundo ciclo la ovoposición se redujo a nueve hembras (90, 21, 93, 5, 12, 1, 79, 78 y 7) con un total de 512 huevos. Los avestruces estuvieron en apareamiento continuo en forma de parejas con avestruces machos del mismo tipo durante el periodo comprendido de enero a diciembre de cada ciclo.

**Pesaje.-** Para el pesado del huevo se utilizó una balanza granataria calibrada (OHAUS® 2,510 g) con rangos de 1 gramo.

**Máquina incubadora y condiciones de incubación.-** En el primer ciclo, los huevos se incubaron durante 39 días en una máquina incubadora (Jamesway® tipo AVN) a una altitud de 2,510 m. s. n. m., a 36.3°C de temperatura y 30% de humedad relativa.<sup>7,8,9,10,13,14,16,20,25,31,32</sup> Para la eclosión, los huevos se trasladaron al día 39 a una nacedora (IAMEX® tipo gabinete) con una temperatura de 35.8°C y 50% de humedad relativa.<sup>7,9,10,16,31</sup> En el segundo ciclo para la incubación se utilizó una máquina incubadora IAMEX® tipo gabinete con capacidad para 90 huevos de avestruz.

**Limpieza y desinfección de los huevos.-** Los huevos analizados durante el periodo de estudio se recolectaron a partir del nido con guantes de hule, se procedió a limpiarlos de polvo con una franela limpia y desinfectada. Los huevos se desinfectaron antes de almacenarlos asperjándolos a quince centímetros de distancia con gota mediana de una solución tamponada (PBS) con un desinfectante orgánico (Citrex® 1.5%)

**Almacenamiento del huevo.**- La metodología consistió en registrar el peso de cada huevo al momento de su ingreso al cuarto frío (18°C durante 3 a 5 días). Se pesó nuevamente después de efectuar el atemperamiento de preincubación (20 a 22°C durante 8 horas).

**Ovoscopiado y constatación de fertilidad.**- En el transcurso de la incubación se efectuó el ovoscopiado a los quince días para el diagnóstico de fertilidad, los huevos se pesaron individualmente, los huevos fértiles se dejaron en la incubadora al igual que los dudosos; los huevos infértiles se eliminaron. Para ratificar la fertilidad se efectuó nuevamente el ovoscopiado al día veintiuno de incubación, se registró a su vez el peso correspondiente.<sup>7,32</sup> A los treinta y nueve días de incubación, ocasión en la cual los huevos se transfirieron a la máquina nacedora, se volvió a efectuar el ovoscopiado y pesaje de los mismos.<sup>7,8,10,31,32</sup>

**Análisis de pérdida de humedad.**- En el primer ciclo el porcentaje de pérdida de humedad se determinó al restar el peso efectuado a los treinta y nueve días de incubación del peso inicial del huevo registrado al momento de entrar al cuarto frío. Una vez que se obtuvo la pérdida de humedad y los principales parámetros de incubación en el primer ciclo, se analizaron y compararon con los reportados por otras explotaciones del mundo.<sup>7,8,9,10,13,14,16,20,25,31,32</sup> Se observó una gran pérdida de humedad y parámetros más bajos<sup>7</sup> en los resultados obtenidos del primer ciclo, por lo que se realizó un diseño experimental con la finalidad de evaluar la utilización de una cutícula artificial en los huevos de las hembras que más pérdida de humedad presentaron. Se implementó la utilización de la cutícula artificial en el segundo ciclo de producción evaluándose la pérdida de humedad de los huevos individualmente por hembra.<sup>7,14,27</sup>

**Diseño experimental.**- La aplicación de la cutícula artificial se evaluó en 151 huevos de seis hembras (1, 5, 7, 21, 79, 93) durante el segundo ciclo, las hembras fueron seleccionadas por la alta pérdida de humedad que presentaron sus huevos durante el primer ciclo.<sup>7</sup> La cutícula artificial se aplicó en todos los huevos puestos en serie, aplicando alternativamente el tratamiento en un huevo de la serie y en el siguiente ovopositado de la misma serie únicamente el procedimiento de desinfección rutinario considerándolo como

sin tratamiento, posteriormente se almacenaron e incubaron bajo las condiciones anteriormente descritas.

**Cutícula artificial.-** Esta cutícula se elaboró a partir de un liofilizado de albúmina de huevo de gallina, que se hidrató al 10 % con solución tamponada (PBS) y un desinfectante orgánico (Citrex®, 1.5%).

**Aplicación de la cutícula artificial.-** Se procedió a aplicar la cutícula artificial por medio de un atomizador de gota mediana al 50% de los huevos recolectados, cada huevo limpiado previamente se asperjó a una distancia de 15 cm. Cuando secó la cutícula, el huevo se almacenó en el cuarto frío, en un periodo entre 3 y 4 días después se efectuó su incubación.

**Metodología de evaluación de la cutícula artificial.-** La aplicación de la cutícula artificial se evaluó a través de la obtención de los parámetros de pérdida de humedad, porcentaje de incubabilidad y porcentaje de viabilidad de los huevos con tratamiento y sin él contemplados en el estudio del segundo ciclo.

**Análisis estadístico.-** Se determinaron los principales parámetros de incubación obtenidos en cada uno de los dos ciclos de producción. Se describen numérica y porcentualmente. Para la evaluación de parejas reproductoras se utilizó un sistema de calificación ordinal basado en la determinación numérica y porcentual de los principales parámetros productivos anteriormente descritos. Los datos de pérdida de humedad de cada huevo por hembra, que recibieron el tratamiento con la cutícula artificial y los que no, se transformaron a través del arco seno de la raíz cuadrada de la proporción y se analizaron a través de un diseño aleatorizado por bloques completos, donde la variabilidad en pérdida de humedad atribuida a la genética de cada hembra fue bloqueada, evaluándose dentro de cada bloque los dos tratamientos (el primero consistió en la aplicación de la cutícula artificial y el segundo fue la aplicación del desinfectante estándar) se determinó un valor para alfa de  $P < 0.05$ .<sup>33</sup>

## RESULTADOS

De las once parejas de avestruces mantenidas en producción durante el primer ciclo, una pareja fue alta reproductora, cuatro fueron medianas reproductoras y seis fueron bajas reproductoras. Se obtuvo una producción total de 622 huevos de los cuales se incubaron únicamente 535 huevos, debido a que 87 huevos se mandaron a incubar a una planta de incubación privada, debido a falta de cupo, de los 535 huevos incubados se determinó una fertilidad promedio del 25.23%, 41.48% de incubabilidad promedio y 44.64% de viabilidad promedio (Cuadro 1).

Durante el segundo ciclo se redujo la cantidad de parejas a nueve debido a la baja de las hembras 99 y 81. Una pareja fue calificada como alta reproductora, cuatro como medianas reproductoras y cuatro como bajas reproductoras. Se obtuvo una producción total de 512 huevos de los cuales 90 no lograron completar el estudio ya que la incubadora en la cual se hallaban presentó un sobrecalentamiento. De los datos obtenidos se observó una fertilidad promedio del 39.71%, una incubabilidad promedio del 26.94% y una viabilidad promedio del 25% (Cuadro 2).

En el primer ciclo la pérdida de humedad promedio de los huevos incubados no eclosionados fue de 20.75%, de los nacidos fue 19.18%, la pérdida de humedad general promedio fue de 21.31%. En el segundo ciclo la pérdida de humedad en los huevos incubados no eclosionados fue de 20.88%, en los nacidos fue de 18.51% y la pérdida de humedad general fue de 20.73% (Cuadro 3).

En el primer ciclo de 622 huevos ovopositados el 79% se incubó, 3% estuvieron contaminados, 1% rotos, 3% fueron huevos infértiles puestos al inicio de la producción, éstos se remitieron para estudio bacteriológico y 14% se remitieron a incubar a una planta de incubación privada (Gráfica 1).

En el segundo ciclo de 512 huevos ovopositados el 85% se incubó, 8% estuvieron contaminados, 2% rotos, 5% de los huevos de inicio de postura se remitieron para estudio bacteriológico (Gráfica 2).

La producción total de huevos por hembra durante los dos ciclos se mantuvo constante, observándose un ligero decremento de las hembras 1, 21 y 93; un ligero incremento en las hembras 5, 7, 79 y 90. La hembra 12 mostró un decremento abrupto. Las hembras 99 y 81 no se pudieron evaluar en el segundo ciclo. (Gráfica 3).

Las hembras 1, 5, 7, 78 y 79 mostraron un incremento substancial en el diagnóstico positivo a fertilidad del primer ciclo al segundo ciclo, las hembras 12, 21 y 93 en este mismo periodo mostraron un decremento, la hembra 90 se mantuvo estable. Las hembras 81 y 99 no se evaluaron (Gráfica 4).

Las hembras 1, 7, 78 y 79 mostraron un incremento en el número de pollos eclosionados (incubabilidad) del primer ciclo al segundo, mientras que las hembras 5, 12, 21, 90 y 93 en este mismo periodo mostraron un decremento de incubabilidad. Las hembras 81 y 99 no se pudieron evaluar (Gráfica 5).

La viabilidad fue baja en todas las hembras evaluadas durante los dos ciclos, principalmente en el segundo ciclo incluída la hembra 90, que bajó de 11 pollos vivos en el primer ciclo a 3 pollos vivos en el segundo ciclo, la 12 que bajo de tres a cero pollos vivos, la hembra 21 que bajo de 6 pollos vivos en el primer ciclo a un pollo vivo en el segundo ciclo y la hembra 93 que bajo de 1 pollo vivo en el primer ciclo a cero pollos vivos en el segundo ciclo. Del primer ciclo al segundo ciclo únicamente las hembras 7, 78 y 79 mostraron un incremento en el número total de pollos vivos. Las hembras 81 y 99 no se pudieron evaluar (Gráfica 6).

En el segundo ciclo se observó una mayor cantidad de huevos contaminados en el periodo de mayo a octubre, con un pico de 30 huevos contaminados del total recolectado en los meses de junio, agosto y septiembre, comparados con el primer ciclo, que únicamente se determinaron 14 huevos contaminados durante los meses de junio, agosto y septiembre (Gráfica 7).

En la producción de huevos por mes durante el primer ciclo se observó una producción constante y semejante a la producción observada en las aves domésticas con un pico de producción de 105 huevos en el mes de mayo. La producción de huevos por mes en el segundo ciclo fue variable e inconstante. No fue tan alta como en el ciclo anterior principalmente en los meses de mayor producción determinados durante el primer ciclo que fueron abril, mayo y junio (Gráfica 8).

El número de huevos fértiles diagnosticados por mes durante el primer ciclo fue menor al número total de huevos fértiles diagnosticados durante el segundo ciclo. La mayor cantidad de huevos fértiles en el primer ciclo se ubicaron en los meses de mayo y junio con 26 y 28 huevos fértiles respectivamente. En el segundo ciclo la mayor cantidad de huevos fértiles se observó en los meses de Abril y Mayo con 31 y 36 huevos fértiles respectivamente, en el mes de julio sólo se observaron 13 huevos fértiles y posteriormente hubo un repunte de 34 huevos fértiles para el mes de julio, en los meses subsecuentes y de la misma manera que la producción por mes, el número de huevos fértiles también declinó (Gráfica 9).

El huevo incubado durante el primer ciclo fue constante después de la selección, semejante a la producción del mismo durante el mismo ciclo. El huevo incubado en el segundo ciclo fue variable y en cuanto a cantidad fue semejante al incubado en el ciclo anterior, únicamente con un mes de muy baja incubación que fue el mes de junio, incubando solo 30 huevos contra los 93 incubados durante el primer ciclo en la misma fecha, la cual fue la mayor cantidad incubada durante este ciclo (Gráfica 10).

La mayor cantidad de avestripollos nacidos en el primer ciclo se observó durante los meses de mayo, junio y julio. Mientras que en el segundo ciclo nacieron más avestripollos en los meses de abril, mayo, junio y agosto. Durante el primer ciclo se observó una mayor cantidad de avestripollos nacidos por mes que los nacidos durante el segundo ciclo (Gráfica 11).

La cantidad de avestripollos sobrevivientes hasta los tres meses de edad a partir de los avestripollos nacidos cada mes durante el primer ciclo fue mayor a los observados

durante el segundo ciclo. La mayor cantidad de avestripollos en el primer ciclo fue en el mes de junio y julio con 10 y 6 avestripollos respectivamente. Durante el segundo ciclo la mayor cantidad se registró con 3 avestripollos en el mes de mayo, 4 en junio y 3 en agosto (Gráfica 12).

La mayor pérdida de humedad observada en los huevos incubados durante el primer ciclo fue en el mes de febrero (25.6%), posteriormente ésta pérdida de humedad disminuyó al 19.9% pérdida promedio observada en los huevos incubados durante el mes de junio del mismo ciclo, en los meses subsecuentes se observó que la pérdida de humedad de los huevos incubados aumenta gradualmente hasta el mes de octubre donde se observó una pérdida de humedad total de 21.04% (Gráfica 13).

Se observó que existen grandes diferencias entre las seis hembras evaluadas ya que los huevos de algunas pierden más humedad que los de otras, por ejemplo se observó que el huevo de la hembra 1 perdió en promedio 18.25% de humedad mientras que el huevo de la hembra 79 perdió hasta 27.24% de humedad. Al evaluar el modelo con bloqueo del factor genético se determinó que el tratamiento con la cutícula (promedio: 20.8%) fue diferente ( $P < 0.0001$ ) al tratamiento sin ella (promedio: 22.4%). La pérdida de humedad siempre fue mayor en los huevos de las hembras que no recibieron la cutícula artificial independientemente si la serie de huevos de esa hembra en particular mostraba una mayor o una menor pérdida que el resto de las hembras (Gráfica 14).

Se observó que la cutícula utilizada en el presente estudio ayuda a disminuir la pérdida de humedad ( $P < 0.05$ ), sin afectar aparentemente el intercambio gaseoso ni la viabilidad del embrión, éste llegó a buen término con una incubabilidad promedio del 50%, mientras que los que no recibieron cutícula y perdieron mayor humedad mostraron una incubabilidad menor (37.5%).

El promedio de peso antes de incubar, de los huevos que llegaron a término (Cuarto frío) durante el primer ciclo fue de 1.53 Kg. y al día 39 de incubación momento de la transferencia fue de 1.26 Kg. En los huevos que no llegaron a término, el peso promedio antes de incubar fue de 1.59 Kg. y al día 39 de 1.24 Kg. El porcentaje de pérdida de

humedad en los 56 huevos eclosionados del primer ciclo fue de 17.33%, mientras que de los 79 huevos fértiles no eclosionados en el primer ciclo la pérdida de humedad fue de 22.08%.

El promedio de peso de los huevos antes de incubar que llegaron a término durante el segundo ciclo fue de 1.54 Kg. y al día 39 de incubación fue de 1.25 Kg. En los huevos que no llegaron a término, el peso promedio antes de incubar fue de 1.64 Kg. y al día 39 de 1.28 Kg. El porcentaje de pérdida de humedad en los 52 huevos eclosionados del segundo ciclo fue de 18.21%, mientras que de los 141 huevos fértiles no eclosionados la pérdida de humedad fue de 21.9%.

## DISCUSIÓN

El criterio empleado para el sistema de calificación de reproductoras utilizado en la explotación evaluada en el presente estudio, resultó adecuado, ya que al utilizarlo se observa repetibilidad de un ciclo al siguiente, el criterio utilizado es apropiado además porque considera variables genéticas que repercuten directamente en la productividad. La evaluación es válida, a pesar de que existen variables ajenas al desempeño genético de los reproductores o bien al tipo de empadre empleado, variables que pueden afectar específicamente el rendimiento de algunas hembras.

Algunas variables identificadas en el presente estudio, por ejemplo, fueron las que afectaron a la hembra 21, una de las mejores reproductoras durante el primer ciclo, mientras que para el segundo ciclo mostró una severa caída en su productividad; la cual se debió a variables imprevistas, como la introducción de depredadores en la zona de corrales (jauría de perros) que al intentar atacar a ésta hembra y por lo menos a otras tres (hembras 1, 12 y 93) produjeron baja de la producción total y de la incubabilidad posiblemente atribuidas al estrés inducido.

El sistema de calificación, aunque estricto, permite conocer el potencial de cada hembra reproductora, sin embargo, debido a variables imprevistas como la descrita anteriormente y que no se encuentra ligada al genotipo, se determinó que con base en los dos ciclos evaluados se requiere de al menos un tercer ciclo para contar con suficientes elementos de decisión acerca de la productividad de cada hembra.

Otro de los factores de mayor impacto en una explotación de este tipo y que no esta relacionado directamente con el aspecto genético, es la adecuada selección de pareja de la hembra reproductora. Por ejemplo, como se observa en los cuadros 1 y 2, la hembra 78 durante el primer ciclo obtuvo una calificación de tres, probablemente debido a un mal empadre efectuado con el macho número 36, el cual obtuvo una calificación pésima. Durante el segundo ciclo el empadre se efectuó con el macho número uno y la diferencia fue significativa, mostrando mejor productividad, tanto en cantidad de huevos como en fertilidad de los mismos.

En el primer ciclo se observó que existe una hembra excelente (con calificación alta), la número 90, cuatro hembras con calificación regular, de las cuales la única que tuvo repetibilidad del primer al segundo ciclo, fue la hembra 21; se observó producción decreciente de las hembras 5 y 93 que pasaron del nivel dos al tres. Las hembras 1, 78 y 79 mejoraron en productividad y fertilidad ascendiendo del nivel tres al dos, posiblemente debido a una mejor selección del macho o adaptación al mismo durante el segundo ciclo. Lo anterior sugiere que para ser eficientes se requiere eliminar del criadero a las hembras y machos que no tengan una productividad adecuada. La línea de corte para efectuar la selección siempre deberá realizarse en función a la calificación obtenida con un sistema como el propuesto en el presente estudio y no arbitrariamente.<sup>4,7</sup>

Aunque la producción total de huevos por hembra del primer al segundo ciclo se mantuvo constante, las hembras 1, 12, 21 y 93 mostraron un ligero decremento en la producción durante el segundo ciclo, este decremento se debió principalmente a la entrada de los perros a las instalaciones al inicio de la postura (marzo del 2000). La producción de estas hembras se restableció ya avanzado el segundo ciclo, lo cual junto con la época de lluvias y la falta de recolección vespertina de los huevos, se incrementó el número de huevos contaminados, lo cual repercutió en la disminución del 17% de los parámetros en general. Debido a este incidente se observa que durante el segundo ciclo a partir del mes de marzo la producción de huevo, la fertilidad, la incubabilidad y la viabilidad de los pollos nacidos fue irregular, sobretodo cuando se compara con el primer ciclo. La hembra 12 mostró un decremento abrupto por la misma razón, por lo cual nunca se recuperó durante el resto del ciclo de producción.

En la producción total de huevo del segundo ciclo analizada por mes se observó que el decremento severo fue en los tres meses pertenecientes al pico máximo de producción observados en el ciclo anterior. A pesar de que en el segundo ciclo hubo una fuerte caída de la producción durante al menos tres meses, ésta no se reflejó en la fertilidad, la cual diagnosticada mes por mes, fue más alta que la del primer ciclo. Solo se observó una caída en el número de huevos diagnosticados como fértiles durante el mes de junio, lo cual probablemente se debió a un reflejo de la baja producción obtenida ese mes.

Durante el segundo ciclo las hembras que se adaptaron mejor al macho con el que estuvieron durante el ciclo anterior aumentaron su fertilidad (1, 5 y 79), debido a una mejor aceptación. Las hembras 7 y 78 respondieron favorablemente al estímulo de cambiarles el macho, este cambio, además de influir sobre el aumento en el número total de huevos mejoró la fertilidad, parámetro importante a considerar cuando se está evaluando un manejo de empadre. Un empadre adecuado se puede evaluar al observar si una hembra es bien aceptada por el macho de primera intención, ya que si ésta no es aceptada, el macho delimitará agresivamente su territorio sin efectuar cópula con la hembra. Por otro lado si la hembra no acepta al macho, el macho intentará frecuentemente el cortejo con la finalidad de montar a la hembra, sin lograrlo.\*

Un buen empadre observado en esta explotación fue el efectuado durante los dos ciclos con la hembra 90 y el macho 22. La hembra mostró una productividad creciente, sin afectar su fertilidad. Las hembras 12, 21 y 93 durante el segundo ciclo permanecieron con el mismo macho del ciclo anterior, con el cual habían mostrado una fertilidad adecuada, sin embargo, mostraron una grave afección en su fertilidad debido al estrés inducido por el ataque canino, sin poder obtener una adecuada evaluación del empadre efectuado durante el segundo ciclo.

Como se deduce de la información obtenida, la operación de empadre es uno de los puntos más importante de manejo en una explotación de avestruces reproductoras, para efectuarse apropiadamente debe contemplar información fidedigna acerca de la productividad y fertilidad de cada hembra.<sup>8,13,34,35,36,37,38,39,40</sup>

Se han reportado diversas fórmulas para efectuar el empadre, en pareja, en tríos y en parvada o colonia.<sup>6,8,13,37,38</sup> Sin embargo, se necesita conocer cuales son las necesidades específicas de cada explotación, con la finalidad de seleccionar adecuadamente el tipo de empadre a efectuar. Stewart<sup>8</sup> ha identificado en parvadas de tríos y parejas como causa principal de infertilidad, la incompatibilidad de los reproductores, algo constatado en el presente estudio.

---

\* Comunicación personal del Dr. Marco A. Juárez Estrada.

Respecto a la finalidad de la explotación analizada en el presente estudio el tipo de empadre es adecuado, ya que así es posible efectuar un registro preciso de la ascendencia de la progenie, evitando con ello probables problemas de consaguinidad. El incremento de fertilidad observada del primer al segundo ciclo se pudo deber a un mejor entrenamiento en el diagnóstico temprano de fertilidad por medio del ovoscopiado. Diferentes autores mencionan la imperiosa necesidad de contar con personal altamente calificado. <sup>2,6,8,10,13,25,37</sup>

Al analizar la información general obtenida durante los dos ciclos, se observa que los parámetros críticos que limitaron el obtener una buena producción en el primer ciclo fueron la tasa de fertilidad y el porcentaje de incubabilidad. Mientras que en el segundo ciclo los parámetros críticos fueron la tasa de incubabilidad y el porcentaje de viabilidad. Estos parámetros resultaron ser menores frente a los parámetros analizados por Demming<sup>10,13,14</sup> en explotaciones de avestruces en Sudáfrica, Namibia, Zimbawe e Israel. Al analizar esos resultados y compararlos con los del presente estudio, se determinó que no es factible estandarizar parámetros de producción de una manera general, debido a que cada granja tiene un macro y micro ambiente particular, además debe considerarse la alta variabilidad genética de este tipo de aves.<sup>34,35,36,37</sup> En México existen pocos datos sobre el rendimiento de esta especie.

Carlin<sup>5</sup> en la misma explotación durante el ciclo de 1997 determinó un pico de postura semejante al del presente estudio (mes de junio), con 594 huevos totales cantidad menor a la registrada en el presente estudio (primer ciclo 622 huevos) y mayor a la registrada en el segundo (512 huevos). De 298 huevos incubados en el periodo agosto-diciembre registró una fertilidad promedio de 23.15%, mientras que en el presente estudio en el primer ciclo se observó una fertilidad promedio del 25.23% y de 39.71% para el segundo ciclo, aparentemente la parvada se adaptó paulatinamente a las condiciones de la explotación en general y al tipo de empadre, mejorando la fertilidad. Reportó un 64.09% de infertilidad semejante al obtenido en el primer ciclo (57%) y muy alto respecto al obtenido en el segundo (30%). Lo cual de acuerdo con otros autores como Ley *et al.*<sup>15</sup> muestran que la infertilidad en estas aves es una fuerte problemática a resolver. Registró 7.72% de huevo contaminado, cantidad mayor a la registrada durante el primer ciclo (3%) y semejante a la del segundo (8%). Lo cual marca la diferencia entre la recolección matutina y vespertina

(durante el primer ciclo con menor contaminación), a sólo efectuar la recolección por las mañanas (segundo ciclo).

Del total de huevos incubados Carlin<sup>5</sup> menciona un 31.88% de incubabilidad, cifra menor a la del primer ciclo (41.48%), pero; mayor a la del segundo ciclo (26.94%). La incubabilidad del segundo ciclo se observó severamente afectada por una falla en el termostato de la máquina incubadora. Señaló 57 nacimientos, semejantes a los obtenidos en el primer ciclo (56 nacimientos) y al segundo (52 nacimientos). Al igual que en los ciclos evaluados la mayor cantidad de nacimientos la observó durante los meses de junio y julio.

En un reporte de Lomas<sup>39</sup> a partir de las observaciones efectuadas en tres tríos de avestruz pertenecientes a una granja cercana (Ixtapaluca, Estado de México) a la explotación evaluada aquí, determinó el inicio de postura en enero, con un total de 55 huevos. Fertilidad promedio del 11% e incubabilidad del 4% parámetros inferiores a los observados en el presente estudio. Los bajos parámetros reportados por Lomas<sup>39</sup> los atribuye al inicio de la temporada de postura. Demming *et al*<sup>13</sup> al efectuar la incubación de 320 huevos de avestruz procedentes de 9 explotaciones diferentes en Zimbawe reporto 37.2 % de incubabilidad, similar a la obtenida en el presente estudio (41.48% en el primer ciclo y 26.94% en el segundo). Demming *et al*<sup>13</sup> concluyen que fue un parámetro muy bajo comparado a la incubabilidad promedio reportada en Sudáfrica por Mellet<sup>37</sup> (70%). Lo cual permite dilucidar que para esta especie existe aún una amplia variabilidad de resultados en el mundo

Al efectuar un cambio de dos incubadoras Jamesway® tipo AVN adaptadas para incubar 64 huevos de avestruz utilizadas en el primer ciclo, por una máquina incubadora IAMEX® diseñada para incubar 90 huevos de avestruz durante el segundo ciclo, se observó que las mejoras en incubación no fueron notorias. La mejora en incubabilidad de la hembra 1 al igual que la observada en la hembra 7, 78 y 79 fue debida a una mayor producción de huevo, junto con un incremento sustancial de la fertilidad. La hembra 5 a pesar de tener mayor producción con mayor fertilidad, mostró un decremento en su incubabilidad explicado posiblemente por un deterioro en la calidad del cascarón o bien a la falta de viabilidad de sus embriones, esto debido a la ausencia de un tratamiento

antimicrobiano parenteral de amplio espectro, el cual se efectuó a todas las hembras de la parvada en la época de descanso previa al primer ciclo de producción de acuerdo a lo descrito por Juárez *et al.*,<sup>41</sup> tratamiento que no se repitió durante el periodo de descanso previo al inicio del segundo ciclo.

La incubabilidad de la hembra 90 disminuyó durante el segundo ciclo de producción debido a que la maquina incubadora se sobrecalentó afectando a los 90 huevos incubados en ese momento, la mayor parte pertenecientes a esta hembra, los cuales posiblemente y de acuerdo al tipo de producción observada durante el primer ciclo eran viables en gran proporción. Las fallas en incubación de acuerdo a Stewart<sup>8</sup> provocan gran mortalidad, la cual a su vez tiene un gran impacto económico en las explotaciones de este tipo.

Reiner y Dzapó<sup>42</sup> han determinado que el consumo mínimo de oxígeno por huevo al día 36 cuando más se requiere es de 240 litros al día. El volumen consumido de oxígeno al día 36 tiene una correlación positiva significativa con la viabilidad del embrión. El huevo de avestruz, de acuerdo con Carabajo *et al.*,<sup>6</sup> requiere en términos generales una presión parcial de oxígeno de 135 Torr<sup>icelli</sup>, a medida que aumenta la altura del sitio de incubación esta presión parcial disminuye significativamente. Debido a que el sitio de incubación de los huevos analizados en el presente estudio se encuentra a una altitud de 2,250 m.s.n.m. es posible que esto haya influido en contar con una menor disponibilidad de oxígeno por huevo, menor presión parcial del mismo, un aumento en la pérdida de humedad de cada huevo y en general un efecto negativo sobre la incubabilidad.

Gonzalez *et al.*<sup>9</sup> mencionan que la pérdida de peso es un factor importante durante la incubación y que se encuentra relacionado directamente con el grado de conductancia de vapor de agua y el peso promedio del huevo al inicio de la incubación. En el presente estudio la tasa de incubabilidad se vio afectada directamente por la excesiva pérdida de humedad, observación que concuerda con lo observado por Demming,<sup>14</sup> quién observó que los huevos que eran fértiles y no eclosionaban perdían demasiada humedad durante el proceso de incubación.

Christensen *et al*<sup>20</sup> mencionan que la calidad del cascarón es el aspecto más importante para que un huevo pierda el peso adecuado durante la incubación. Los hallazgos del presente estudio coinciden con Christensen *et al*<sup>20</sup>, ya que dos de las once hembras (21 y 90) presentaron un tipo de cascarón apropiado, lo cual permitió que la mayoría de sus huevos eclosionaran (de ambas hembras se obtuvo el 64.3 % total de pollos nacidos). El promedio en peso de sus huevos fue menor al resto de los huevos ovopositados por las demás hembras. El porcentaje de pérdida de humedad observado en la mejor hembra (90) de la explotación durante el primer (14.39%) y segundo ciclo (15.85%) permite observar que se encuentra en el límite superior de la pérdida de humedad recomendado, mientras que la segunda mejor hembra (21) tuvo una pérdida de humedad durante el primer ciclo de 18.51% y de 17.79% para el segundo, un poco arriba del límite recomendado para obtener buena incubabilidad.

Se observó que el peso promedio general de los huevos eclosionados durante los dos ciclos evaluados antes de incubar (1.535 Kg.) tiende a ser menor que el promedio general de los huevos no eclosionados (1.615 Kg.) corroborando el hallazgo de Demming.<sup>14</sup> El peso promedio al momento de la transferencia (39 días) de los huevos eclosionados durante los dos ciclos (1.255 Kg.) es semejante al promedio de los huevos no eclosionados durante los dos ciclos evaluados (1.260 Kg.). Algunos autores<sup>13,14,20</sup> indican como peso promedio ideal al día 39 un kilo con 190 gramos. Sin embargo, como el peso inicial al momento de incubar los huevos no eclosionados fue mayor, se determinó que existe una mayor pérdida de peso durante el proceso de incubación en los huevos que no eclosionan, posiblemente por la exagerada pérdida de humedad, causa muy importante que determina que los huevos no eclosionen. Lo que indica de acuerdo con diferentes autores<sup>7,8,9,13,14,20</sup> que los huevos demasiado grandes presentan problemas de incubabilidad. Por lo cual se requiere contar con hembras que ovopositen huevos con el peso promedio ideal (1.40 Kg.) propuesto por diferentes autores.<sup>7,9,13,14,20</sup>

Deeming *et al*<sup>13</sup> al trabajar con un lote de 96 huevos fértiles encontraron que el peso antes de la incubación de 82 huevos eclosionados fue de 1.456 Kg. y de 14 huevos no eclosionados fue de 1.424 Kg. Sin embargo, no reportan una causa significativa de relación entre estos pesos que fundamente el porque no eclosionaron los 14 huevos que al inicio de

la incubación eran menos pesados. Al contrario de lo observado en la presente investigación donde el promedio de los huevos no eclosionados (1.615 Kg) fue mayor al promedio de los huevos que si lo hicieron. (1.535 Kg).

El porcentaje promedio de pérdida de peso (12.39%) en los huevos eclosionados estudiados por Deeming *et al*<sup>13</sup> fue menor al observado en los huevos no eclosionados (14.85%). Lo cual aunque fue menor a los promedios de pérdida de peso de los huevos analizados en el presente estudio muestran claramente que los huevos no eclosionados pierden mucha más humedad que los eclosionados. Deeming *et al*<sup>13</sup> indican que la pérdida de peso de los huevos incubados en su estudio fue menor a la requerida (15%). Una falla para perder suficiente peso durante la incubación puede conducir a una retención de agua por parte del embrión lo cual reduce la tasa de incubabilidad.<sup>20,25</sup> Puede indicar también que existe baja permeabilidad en la conductancia de vapor de agua y gases a través del cascarón.<sup>20,25</sup> Si la permeabilidad es baja, los problemas de abastecimiento de oxígeno y remoción de bióxido de carbono pueden comprometer la sobrevivencia de los embriones.<sup>14,20,23,25,26,29</sup> Lo cual posiblemente explica lo que sucedió con los huevos incubados por Deeming *et al*,<sup>13</sup> pero no lo sucedido con los huevos analizados en el presente estudio. Algunos investigadores<sup>7,8,10,14,20,25</sup> mencionan que muchos de los embriones que mueren antes de eclosionar presentan grandes pérdidas de peso a pesar de haber sido incubados con humedad relativa alta. Indicando que esta situación se puede deber a una alta porosidad del cascarón. Posiblemente esto sea una de las causas por las cuales todos los huevos analizados en el presente estudio, aún los eclosionados, perdieron un porcentaje de humedad superior (promedio de los dos ciclos: 17.77%) al recomendado (15%).

Un embrión normal de ave es capaz de tener cierta función osmorregulatoria, especialmente durante el último tercio de la incubación.<sup>8,9,19,25</sup> Sin embargo, esta capacidad se ve limitada cuando en los dos primeros tercios de incubación, el huevo de avestruz pierde demasiada humedad, la cual repercute sobre la natalidad, ya que el embrión aunque se desarrolle muere debido a la severa deshidratación.<sup>6,7,8,9,15,19,25</sup>

Christensen *et al*<sup>20</sup> y Horbanczuk y Sales<sup>25</sup> mencionan que la pérdida de peso del huevo durante la incubación es importante para una óptima eclosión, lo cual relacionan directamente con el número de poros y la cantidad de áreas donde se ubican estos, además de considerar el ancho y grosor de cada uno. Una insuficiente pérdida de peso en forma de vapor de agua resulta en un pobre desarrollo de las células de contacto con la cámara de aire, un bajo intercambio gaseoso y la presentación de avestripollos húmedos o edematosos, muchos de los cuales mueren cerca del nacimiento o incluso antes.<sup>8,10,14,19,20,25</sup> La aparente falla para perder una cantidad adecuada de peso en forma de agua hace que el embrión almacene ésta en los músculos y bajo la piel provocando edema, en contraparte una exagerada pérdida de agua hace que el embrión y las membranas se deshidraten evitando un nacimiento adecuado.<sup>8,19,20,25</sup>

El manejo de líquido en las condiciones climáticas bajo las cuales evolucionó el avestruz es crítico, lo cual comúnmente permite observar que los avestripollos que nacen, aún con pérdida de humedad óptima, presenten un ligero edema a nivel de la parte posterior del cuello, lo cual fisiológicamente es natural ya que funciona como reserva de agua. Si al momento de nacer el avestripollo, éste tardara en tener contacto con agua de bebida, esta reserva natural le ayuda a sobrevivir.<sup>8,25</sup> A pesar de que este mecanismo evolutivo es importante, aún no existen investigaciones que exploren los aspectos fisiológicos de la relación entre pérdida de humedad durante la incubación y presentación de edema perinatal al momento del nacimiento. Ahondar en el conocimiento de esta situación posiblemente ayude a explicar porque aún los avestripollos que pierden durante la incubación un peso mayor al 20% llegan a presentar este característico edema.

De acuerdo con el presente estudio, con lo estipulado por Demming,<sup>14</sup> por Horbanczuk y Sales<sup>25</sup> y Gonzalez *et al*,<sup>9</sup> los huevos de avestruz que pierden menos de 10% o más del 20% de su masa inicial tienen pocas probabilidades de nacer. Esta situación posiblemente es un reflejo de dos situaciones, la porosidad funcional (conductancia de vapor de agua) del cascarón y la masa inicial del huevo. La alta variación de estos factores entre los huevos de avestruz se traduce en una amplia variación de los parámetros medidos. Idealmente, los huevos deberían clasificarse por tamaño y calidad de la cáscara e incubarse bajo condiciones diferentes para compensar su variabilidad.<sup>8,9,14,25</sup> Sin embargo,

comúnmente es recomendable determinar la humedad de incubación más apropiada en la cual el promedio de pérdida de peso de todos los huevos resulta aceptable.<sup>8,9,10,13,14,25</sup>

El grosor del cascarón del avestruz y la disposición estructural de los poros de acuerdo a lo descrito por Christensen *et al*<sup>20</sup> impide adecuadamente la contaminación del huevo, sin embargo, cuando los huevos son sometidos a temperaturas menores a las cuales son ovopositados, además de efectuarse la ovoposición en un nido terregoso-polvoso, junto con la presencia de agua de lluvia, es factible que una gran cantidad de microorganismos puedan penetrar al huevo debido a las diferencias de presión, infectando posteriormente al embrión. Durante el primer ciclo en la época de mayor precipitación pluvial (junio, julio, agosto y septiembre) se contó con la ayuda de un trabajador que efectuaba la recolección por las tardes, momento del día de mayor ovoposición, mientras que durante el segundo ciclo, no hubo nadie que efectuará esta labor, lo que condujo a que se incrementará en un 100% la tasa de contaminación; repercutiendo directamente sobre la disminución de avestripollos e indirectamente sobre la calidad de los mismos. Se ha observado que en las condiciones medioambientales y ecológicas donde evolucionó el avestruz existe poca o nula precipitación pluvial, situación que permite que los nidos arenosos drenen rápidamente manteniéndose secos, algo lejano a lo observado en la explotación analizada en el presente estudio.

El clima y la altitud del sitio evaluado no corresponden al hábitat evolutivo de esta especie, la cual a pesar de su aparente rusticidad y adaptabilidad a diferentes ecosistemas no debe descartarse como una fuente adicional de variación. De acuerdo a lo determinado por Ley *et al*,<sup>15</sup> y lo observado en los dos ciclos evaluados cualquier circunstancia que actúe en contra de las condiciones naturales de vida o hábitat del avestruz, independientemente de su rusticidad y grado de adaptación, el factor más afectado es la reproducción

Factores importantes que explican la baja tasa de viabilidad durante los primeros 90 días de vida de los avestripollos, que se reportan frecuentemente y además se observaron en el presente estudio, son la retención e infección del saco vitelino, la rotación ósea de las extremidades posteriores (*neo-valgus* y *neo-varus*), la impactación de proventrículo y

ventrículo gástrico y el síndrome de debilitamiento,<sup>2,43,44</sup> así como la presentación de un cuadro de encefalomalacia en los avestripollos del segundo ciclo.<sup>45</sup>

Desde 1983 Burton y Tullet, citados por Deeming<sup>14</sup> han mencionado que muchos huevos fértiles podrían salvarse si la porosidad del cascarón se pudiera reducir artificialmente por medio de la aplicación de un barniz diseñado especialmente para sellar parcialmente los poros, o bien, sellando definitivamente una parte de la superficie del cascarón, con la finalidad de reducir una excesiva pérdida de peso, la cual se ha observado está relacionada directamente con una baja de incubabilidad. Sin embargo, aunque hay poca investigación sobre este tema; el utilizar algún tipo de sustancia no apta para reemplazar la cutícula natural con la finalidad de disminuir la pérdida de humedad a niveles que se pueden considerar normales (15%) probablemente pondría en riesgo la viabilidad del embrión, ya que al taponar todos los poros y no permitir un adecuado intercambio de oxígeno el embrión moriría disminuyendo consecuentemente la tasa de incubabilidad.

La cutícula puede verse afectada por diversos factores, como el ser removida debido a que el huevo fue puesto en la tierra o el piso y tuvo que limpiarse con una lija, un trapo, o bien tuvo que ser lavado, asperjado o fumigado.

El empleo de la cutícula probada en este estudio redujo la pérdida de humedad; puede ser útil para rescatar embriones valiosos provenientes de huevos ovopositados por hembras viejas o embriones provenientes de huevos que pierden demasiada humedad. En algunas hembras (hembra 5), la cutícula artificial ayudo a disminuir más eficientemente la pérdida de humedad de los huevos que en otras hembras (hembra 1). Lo cual indica que existen características particulares de la estructura del cascarón descritas ya por Christensen *et al*<sup>20</sup> (mencionan que la estructura del poro del avestruz es de mayor complejidad que la del huevo de la gallina doméstica) por parte de cada una de las hembras estudiadas aquí, que hace que se encuentren afectadas en mayor grado por la utilización de la cutícula artificial la cual influye directamente con el grado de intercambio gaseoso y por lo tanto con la pérdida de vapor de agua.

La cutícula artificial disminuye la pérdida de humedad durante la incubación, sin embargo, deben considerarse algunos factores como los reportados por Enguilo<sup>27</sup> quien al utilizar una cutícula artificial elaborada con ovoalbúmina de gallina doméstica asperjada sobre huevos de reproductoras pesadas viejas, al igual que en el presente estudio, observó un aumento significativo de la incubabilidad y una disminución en la pérdida de humedad durante la incubación, sin embargo, Enguilo<sup>27</sup> reporta un menor peso de los pollos nacidos, lo cual posiblemente podría repercutir directamente sobre la calidad de los mismos. Sin embargo, se requiere más investigación para determinar algunos aspectos desconocidos, como son el tiempo que tarda en desaparecer una cutícula artificial del cascarón de avestruz, conocer el grado de conductancia de vapor de agua del cascarón con cutícula y sin ella. El impacto microbiológico de una cutícula artificial sobre los embriones y la calidad bacteriológica de los pollos eclosionados.

## CONCLUSIONES

- Con base en los parámetros reproductivos obtenidos y en la edad de las aves evaluadas en el presente estudio, se recomienda probar a las aves reproductoras por lo menos durante dos ciclos reproductivos después de su edad de maduración sexual.

- Una medida práctica para obtener reproductores probados consiste en adquirir dos terceras partes más del número total final de reproductores con los cuales se está programado contar, ya que actualmente con las aves con solo un tercio de la parvada es adecuado para la reproducción.

- Los huevos analizados durante la incubación en el presente estudio presentan una alteración en la conductancia de vapor de agua a través del cascarón, la cual esta relacionada directamente con la porosidad del mismo.

- Se deben seleccionar hembras con buena producción y calidad de cascarón probada, que sus huevos no pierdan más allá del 15 % de peso durante el proceso de incubación.

- El empleo de una cutícula artificial sobre huevos que pierden demasiada humedad durante la incubación tiende a reducir esta pérdida.

## LITERATURA CITADA

- 1.- Buxade C, García E. Alojamiento y equipos para avestruces. Zootecnia: bases de producción animal. España: Ediciones Mundi Prensa, 1997.
- 2.- Juárez EMA. Aspectos claves en la crianza comercial del avestruz (Struthio camelus). Memorias del ciclo de Conferencias en Ciencias Veterinarias; 2000 octubre 16-20; Ciudad Victoria (Tamaulipas) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia "Norberto Treviño Zapata". Universidad Autónoma de Tamaulipas, 2000: 72-91.
- 3.- Juárez EMA, Gutiérrez SLY, Esquivel PJ, Ávila GE. Análisis del costo de producción de un huevo fértil en una explotación de avestruces reproductoras del Distrito Federal. Memorias de la XXV Convención anual ANECA; 2000 mayo 3-6; Cancún (Quintana Roo) México. México (DF): Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas, AC, 2000:134-137.
- 4.- Juárez EMA, Esquivel PJ, Ávila GE, Sánchez RE, Dávalos FJL. Evaluación de parámetros reproductivos en un criadero de avestruces del Distrito Federal. Memorias de la XXV Convención anual ANECA; 2000 mayo 3-6; Cancún (Quintana Roo) México. México (DF): Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas, AC, 2000:150-152.
- 5.- Carlin SHC. Análisis de la información productiva de avestruces reproductoras en el Valle de México; en el criadero de la Universidad Nacional Autónoma de México (tesis de licenciatura). D.F. (D.F.) México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2000.
- 6.- Carbajo GE, Gurri LA, Mesia GJ, Castelló FF, Castelló LJA. Cría de Avestruces. San Joan Despi, Barcelona, España: Real Escuela de Avicultura, Grinver-Arts Gráfiques S.A. 1995.
- 7.- Juárez EMA, Alfaro CJC, Esquivel PJ, Ávila GE. Determinación de la pérdida de humedad en huevos fértiles de avestruz "African Black" incubados en el Distrito Federal durante el periodo de reproducción de 1999. Memorias de la XXV Convención anual ANECA; 2000 mayo 3-6; Cancún (Quintana Roo) México. México (DF): Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas, AC, 2000:138-142.
- 8.- Stewart JS. Manejo del huevo de avestruz y de la incubación. American Ostrich 1995; 11: 22.
- 9.- Gonzalez A, Satterlee DG, Moharer F, Cadd GG. Factors affecting ostrich egg

hatchability. *Poult Sci* 1999;78:1257-1262.

10.- Deeming DC. Ostrich eggs-an incubation challenge. *World Poultry-Misset* 1996;12:50-52.

11.- Garlich JB, Parkhurst CR, Thaxton JP, Morgan GW. Physiological prolife of caged layers during one production year, molt, and postmolt: egg production, egg sell quality. liver, femur, and blood parameters. *Poult Sci* 1984;63:339-343.

12.- Burlini F. Avestruces: la experiencia italiana. *Selecciones Avícolas* 1998;40:349-351.

13.- Deeming DC, Ayres L, Ayres FJ. Observations on the commercial production of ostrich (*Struthio camelus*) in the United Kingdom: incubation. *Vet Rec* 1993;132:602-607.

14.- Deeming DC. Factors affecting hatchability during commercial incubation of ostrich (*Struthio camelus*) eggs. *Brit Poult Sci* 1995;36:51-65.

15.- Ley DH, Loomis MR, Morris ME, Smallwood JE. Mortality of chicks and decreased fertility and hatchability of eggs from a captive breeding pair of ostriches. *JAVMA* 1986;189:1124-1126.

16.- Wilson HR, Eldred AR, Wilcox CJ. Storage time and ostrich egg hatchability. *J Appl Poult Res* 1997; 6: 216-220.

17.- Deeming DC, Ferguson MW. Physiological effects of incubation temperature on embryonic development in reptiles and birds. In: Stadelman WJ, Cotterill OJ, editors. *Egg science and technology*. Connecticut: Avi Publishing Company INC, 1977: 147-171.

18.- Deeming DC, Thompson MB. Gas exchange across reptilian eggshells. In: Stadelman WJ, Cotterill OJ, editors. *Egg science and technology*. Connecticut: Avi Publishing Company INC, 1977: 277-284.

19.- Paganelli CHV. The avian eggshell as a mediating barrier: respiratory gas fluxes and pressures during development. In: Stadelman WJ, Cotterill OJ, editors. *Egg science and technology*. Connecticut: Avi Publishing Company INC, 1977: 261-275.

20.- Christensen VL, Davis GS, Lucore LA. Eggshell conductance and other functional qualities of ostrich eggs. *Poult Sci* 1996; 75: 1404-1410.

21.- Board RG, Sparks NH. Shell structure and formation in avian eggs. In: Stadelman WJ, Cotterill OJ, editors. *Egg science and technology*. Connecticut: Avi Publishing Company INC, 1977: 71-86.

22.- Smart IH. Egg-shape in birds. In: Stadelman WJ, Cotterill OJ, editors. *Egg science and technology*. Connecticut: Avi Publishing Company INC, 1977: 101-116.

- 23.- Parsons AH. Structure of the eggshell. *Poult Sci* 1982; 61: 2013-2021.
- 24.- Peebles ED, Brake J. Eggshell quality and hatchability in broiler breeders eggs. *Poult Sci* 1987; 66: 596-604.
- 25.- Horbanczuk OJ, Sales J. Effective artificial incubation of ostrich eggs. *World Poultry-Elsevier* 1998; 14: 20-21.
- 26.- Peebles ED, Pansky T, Doyle SM, Boyle CR, Smith TW, Latour MA, Gerard PD. Effects of dietary fat and eggshell cuticle removal on egg water loss and embryo growth in broiler hatching eggs. *Poult Sci* 1998; 77: 1522-1530.
- 27.- Enguilo BL. Efecto de la aplicación de una cutícula artificial a base de albúmina, sobre el cascarón en la incubabilidad de huevos de gallinas de 58 semanas de edad. Tesina en la modalidad de: Producción animal Aves. México DF: Universidad Nacional Autónoma de México, 1994.
- 28.- Novo PR, Gama LT, Chaveiro M. Effects of ovoposition time, hen age, and extra dietary calcium on egg characteristics and hatchability. *J Appl Poultry Res* 1991;6:335-343.
- 29.- Tullett SG, Deeming DC. Failure to turn eggs during incubation: effects on embryo weight, development of the chorioallantois and absorption of albumen. *Brit Poult Sci* 1987; 28: 239-243.
- 30.- McQuoid D. El manejo de una planta de incubación en un cascarón. En: Balconi I, editor. *Temas de Actualidad para la Industria Avícola*. México DF: Midia Relaciones S.A. de C.V., 1995:1-29.
- 31.- Hager JE, Beane WL. Post hatch incubation time and early growth of broiler chickens. *Poult Sci* 1983; 62: 247-254.
- 32.- Deeming DC. The hatching sequence of ostrich (*Struthio camelus*) embryos with notes on development as observed by candling. *Brit Poult Sci* 1995; 36: 67-78.
- 33.- Luginbuke RC, Schlotzhaver SD. *SAS/STAT guide for personal computers*. 6th. edi. USA: SAS Institute Cary, NC, 1987:555-573.
- 34.- Burlini F. Los errores de juventud en la cría de avestruces. *Selecciones Avícolas* 1998;40:544-546.
- 35.- Castelló F. Cinco años de avestruces en España. *Selecciones Avícolas* 1998;40:280-284.
- 36.- Salichon Y. Francia: perspectivas de despegue del avestruz para el año 2000 *Selecciones Avícolas* 1998;40:425-429.

- 37.- Mellet FD. Ostrich production and products, in: Livestock Production System: Principles and Practice. Marec, C & Casey, NH (Eds). Pretoria, Agri Development Foundation. pp 187-194.
- 38.- Cooper RG. Tratar los huevos de avestruces con extremo cuidado. *Avicultura Profesional* 2000; 18: 16-17.
- 39.- Lomas BA. Factores que inciden en el porcentaje de eclosión del huevo. *El avestruz y su entorno* 2001;3: 26-32.
- 40.- Jensen JM, Johnson JH, Weiner ST. Husbandry and Medical Management of Ostriches, Emus and Rheas. College Station, Texas: Wildlife and Exotic Animal TeleConsultants, 1992.
- 41.- Juárez EMA, Esquivel PJ, Téllez IG, Ávila GE. Valores de referencia de química sanguínea en avestruces *African Black (Struthio camelus)* criados en el altiplano mexicano. *Memorias de la XXIV Convención anual ANECA*; 1999 mayo 5-8; León (Guanajuato) México. México (DF): Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas, AC, 1999:153-156.
- 42.- Reiner G, Dzapo V. Der Sauerstoffverbrauch von StrauBenembryonen wahrend der Brut. *Dtsch Tierztl. Wschr* 1995;102:93-96.
- 43.- Juárez EMA, Casaubon HMT, Esquivel PJ, Ávila GE. Estudio morfológico de la epífisis distal del tibiotarso de un avestruz (*Struthio camelus*) con rotación unilateral de patas en un criadero del altiplano mexicano. *Memorias de la XXIV Convención anual ANECA*; 1999 mayo 5-8; León (Guanajuato) México. México (DF): Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas, AC, 1999:143-145.
- 44.- Juárez EMA, Esquivel PJ, Sánchez RE, Ávila GE. Informe de un caso de impactación severa de proventrículo y ventrículo en un avestruz juvenil (*Struthio camelus*) criado bajo condiciones intensivas. *Memorias de la XXV Convención anual ANECA*; 2000 mayo 3-6; Cancún (Quintana Roo) México. México (DF): Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas, AC, 2000:147-149.
- 45.- Petrone VM, Juárez MA, Cascante PR, Juárez RM, Téllez IG, Ávila E. Encefalomalacia de origen congénito en Avestruces (*Struthio camelus*). Reporte de un caso. *Memorias de la XXVI Convención anual ANECA*; 2001 abril 25-28; Acapulco (Guerrero) México. México (DF): Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas, AC, 2001:256-259.

**CUADRO 1.- PARÁMETROS OBTENIDOS EN EL C.E.I.E.P.A. DURANTE EL CICLO PRODUCTIVO DE 1999 Y SISTEMA DE CALIFICACIÓN DE REPRODUCTORAS**

No. Hembra	No. Macho	Total huevos	Calific.	% Fertilidad	Calific.	% Incubabilidad	Calific.	% Viabilidad	Calif. Final
90	22	63	1	47.61	1	80	1	45.83	1
21	32	54	2	44.44	1	50	1	50	2
81	1	61	1	34.42	2	38.09	1	37.5	2
93	18	59	2	22.03	2	30.76	1	25	2
5	5	50	2	20	2	20	1	50	2
12	34	96	1	12.5	3	33.33	1	75	3
1	28	30	3	30	2	22.22	1	0	3
79	6	56	2	28.57	2	0	3	0	3
78	36	10	3	0	3	0	3	0	3
7	4	45	2	0	3	0	3	0	3
99	35	11	3	0	3	0	3	0	3
<b>Totales</b>		<b>535</b>		<b>25.23</b>		<b>41.48</b>		<b>44.64</b>	

\*Sistema de calificación:

1 = Alta reproductora, 2 = Mediana reproductora y 3 = Baja reproductora

**CUADRO 2.- PARÁMETROS OBTENIDOS EN EL C.E.I.E.P.A. DURANTE EL CICLO PRODUCTIVO DEL 2000 Y SISTEMA DE CALIFICACIÓN DE REPRODUCTORAS**

No. Hembra	No. Macho	Total huevos	Calific.	% Fertilidad	Calific.	% Incubabilidad	Calific.	% Viabilidad	Calif. Final
90	22	78	1	39.74	1	54.83	1	17.64	1
79	6	70	1	52.85	1	13.51	2	60	2
1	28	44	2	59.09	1	42.3	1	0	2
78	1	43	2	60.46	1	26.92	1	71.42	2
21	32	58	2	32.75	2	42.1	1	12.5	2
7	33	63	1	47.61	1	6.66	3	50	3
5	5	57	2	26.31	2	6.66	3	0	3
93	18	55	2	16.36	3	11.11	2	0	3
12	34	18	3	0	3	0	3	0	3
81	1	0	3	0	3	0	3	0	3
99	35	0	3	0	3	0	3	0	3
<b>Totales</b>		<b>486</b>		<b>39.71</b>		<b>26.94</b>		<b>25</b>	

\*Sistema de calificación:

1 = Alta reproductora, 2 = Mediana reproductora y 3 = Baja reproductora

**CUADRO 3.- PÉRDIDA DE HUMEDAD PROMEDIO EN LOS HUEVOS  
INCUBADOS EN EL C.E.I.E.P.A. DURANTE 1999 y 2000**

Parejas		% P H H	% P H H	% P H H N	% P H H N	% P H H N N	% P H H N N
1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
H-99:M-35	** H-99	*	*	*	*	*	*
H-93:M-18	H-93:M-18	18.41	21.35	17.07	17.71	18.93	21.59
H-90:M-22	H-90:M-22	14.47	15.67	14.39	15.85	14.76	15.43
H-81:M-01	** H-81	23.98	*	20.97	*	25.39	*
H-79:M-06	H-79:M-06	29.13	26.93	*	20.23	29.13	27.26
H-78:M-36	H-78:M-01	*	19.92	*	20.54	*	19.59
H-21:M-32	H-21:M-32	17.69	19.53	18.51	17.79	16.8	20.35
H-12:M-34	H-12:M-34	19.72	*	21.8	*	18.68	*
H-07:M-04	H-07:M-33	*	21.4	*	17.67	*	21.61
H-05:M-05	H-05:M-05	23.79	22.93	19.54	20.46	25.01	23.05
H-01:M-28	H-01:M-28	23.31	18.08	21.97	17.83	17.3	18.19
<b>Totales</b>		<b>21.31</b>	<b>20.73</b>	<b>19.18</b>	<b>18.51</b>	<b>20.75</b>	<b>20.88</b>

(P H H) Pérdida de humedad del huevo

(P H H N) Pérdida de humedad del huevo nacido

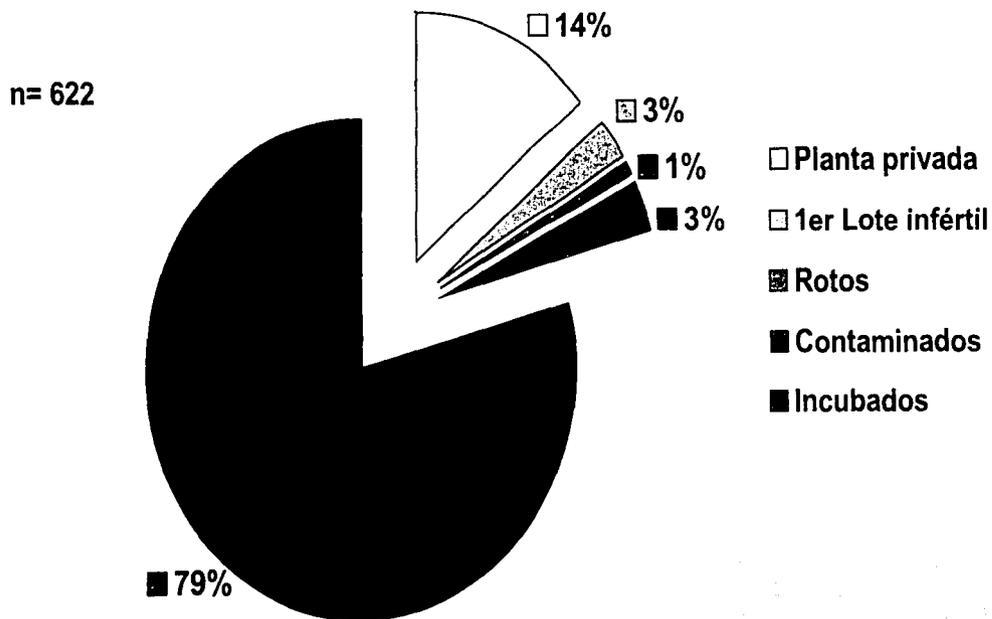
(P H H N N) Pérdida de humedad del huevo no nacido

H= Hembra M= Macho

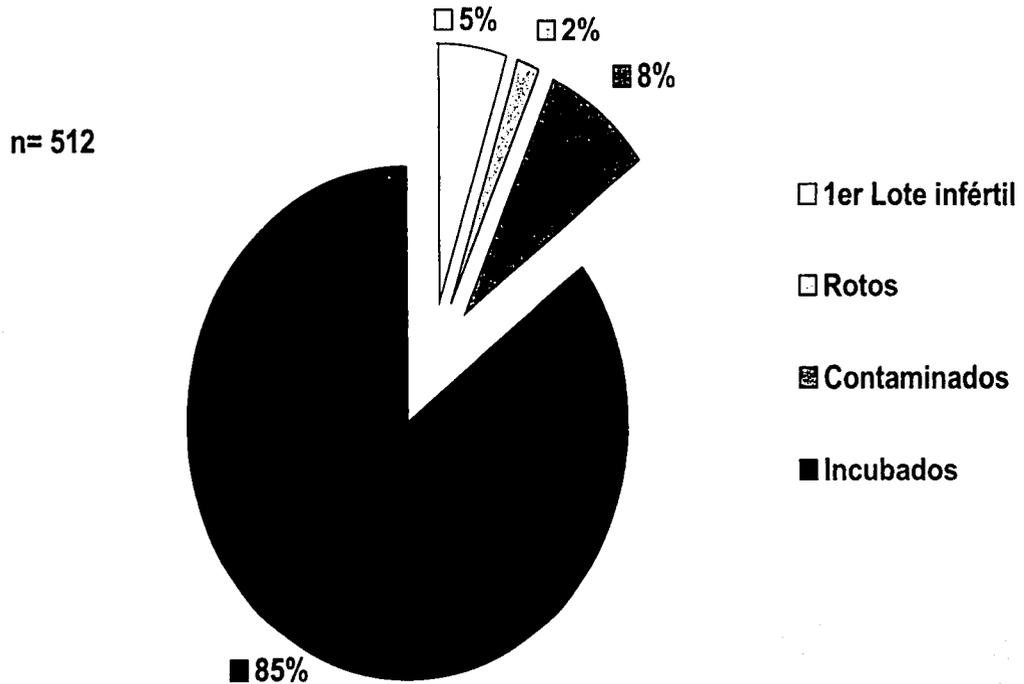
\* No hubo datos para análisis

\*\* Hembras dadas de baja

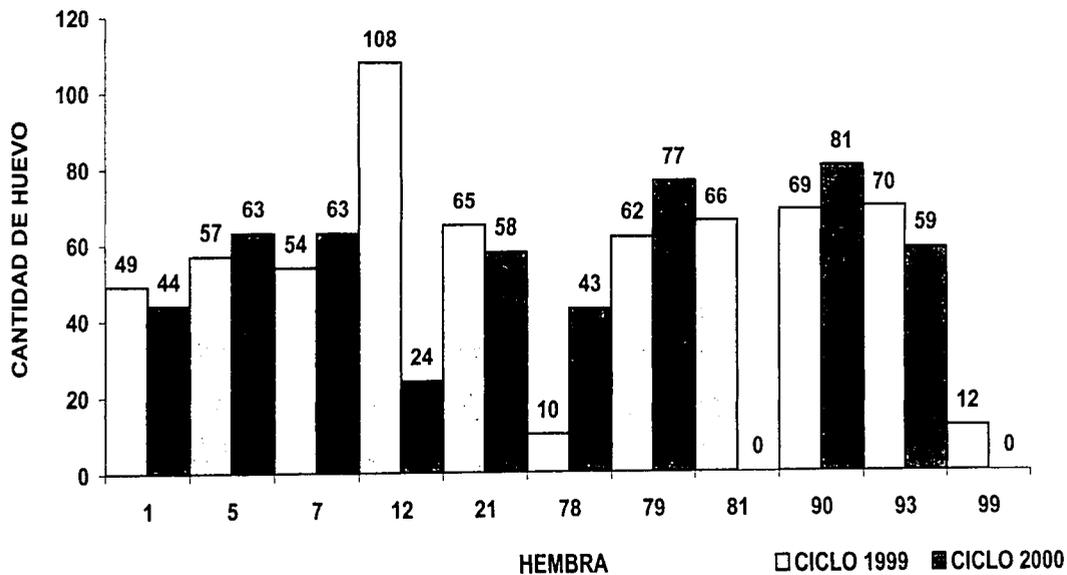
**GRÁFICA 1.- PORCENTAJE Y DESTINO DE LA PRODUCCIÓN DE HUEVO DE AVESTRUZ EN EL C.E.I.E.P.A. DURANTE 1999**



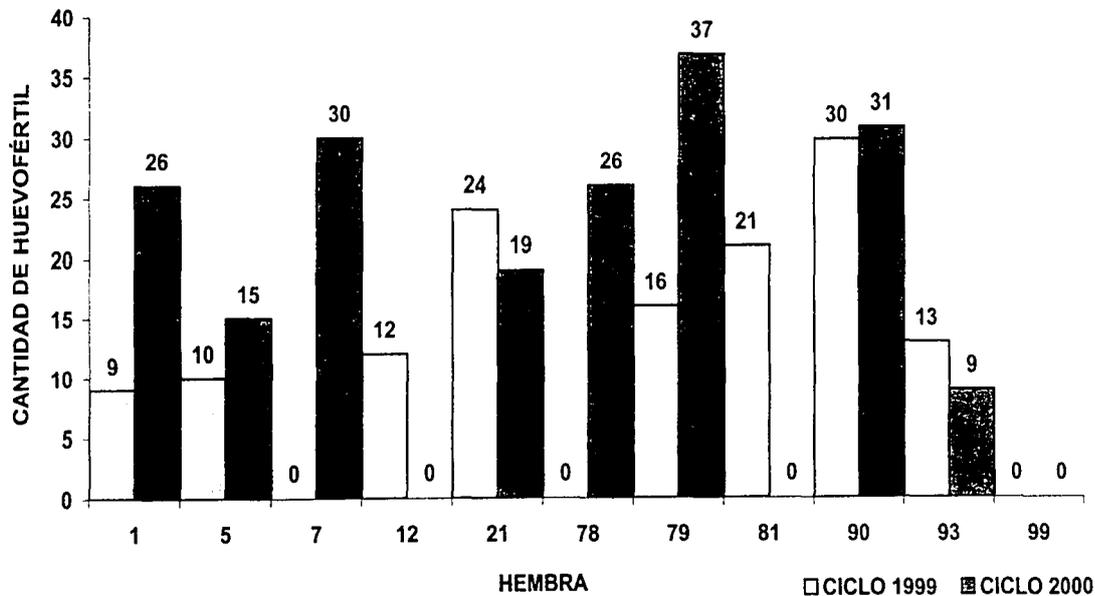
**GRÁFICA 2.- PORCENTAJE Y DESTINO DE LA PRODUCCIÓN DE HUEVO DE AVESTRUZ EN EL C.E.I.E.P.A. DURANTE EL 2000**



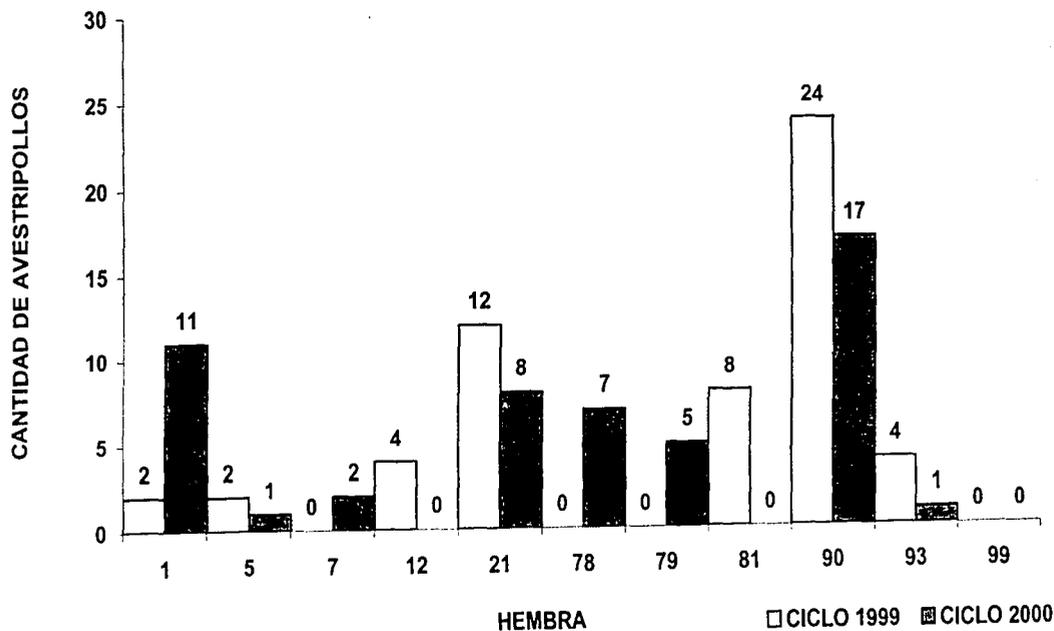
**GRÁFICA 3.- COMPARACIÓN DE LA PRODUCCION TOTAL DE HUEVO POR HEMBRA EN EL C.E.I.E.P.A. DURANTE LOS CICLOS 1999-2000**



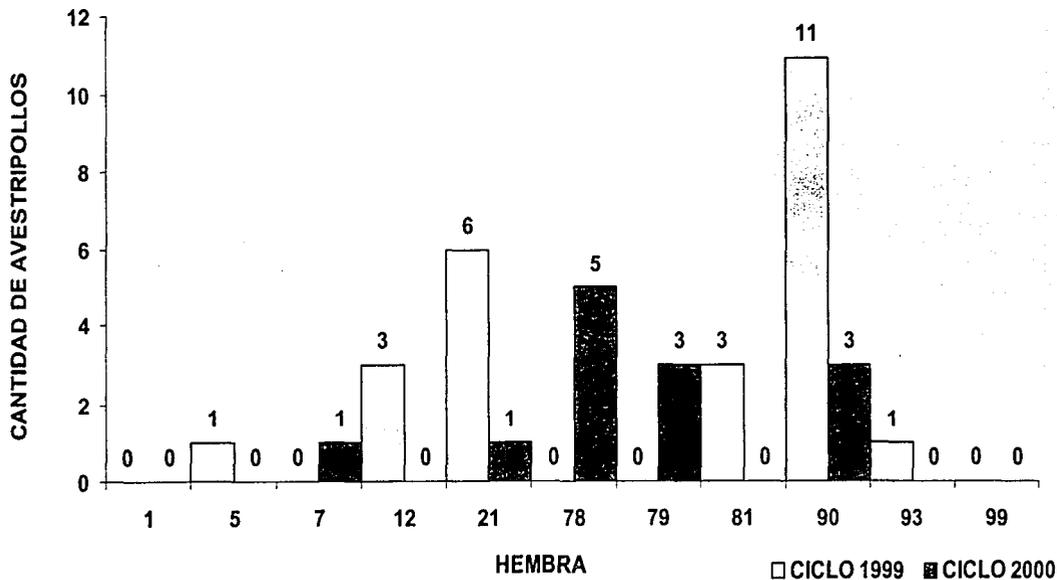
**GRÁFICA 4.- COMPARACIÓN DE LA FERTILIDAD TOTAL POR HEMBRA EN EL C.E.I.E.P.A. DURANTE LOS CICLOS 1999-2000**



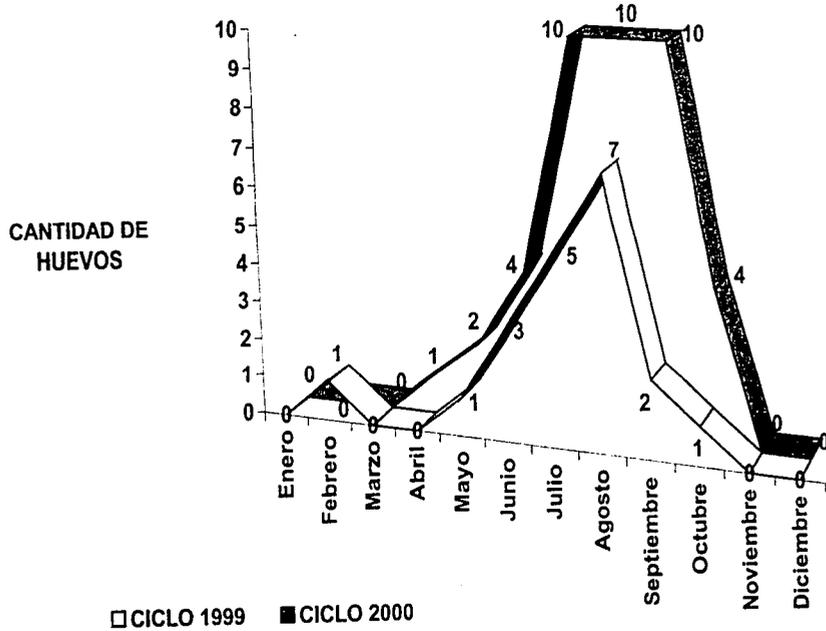
**GRÁFICA 5.- COMPARACIÓN DE LA INCUBABILIDAD TOTAL POR HEMBRA EN EL C.E.I.E.P.A. DURANTE LOS CICLOS 1999-2000**



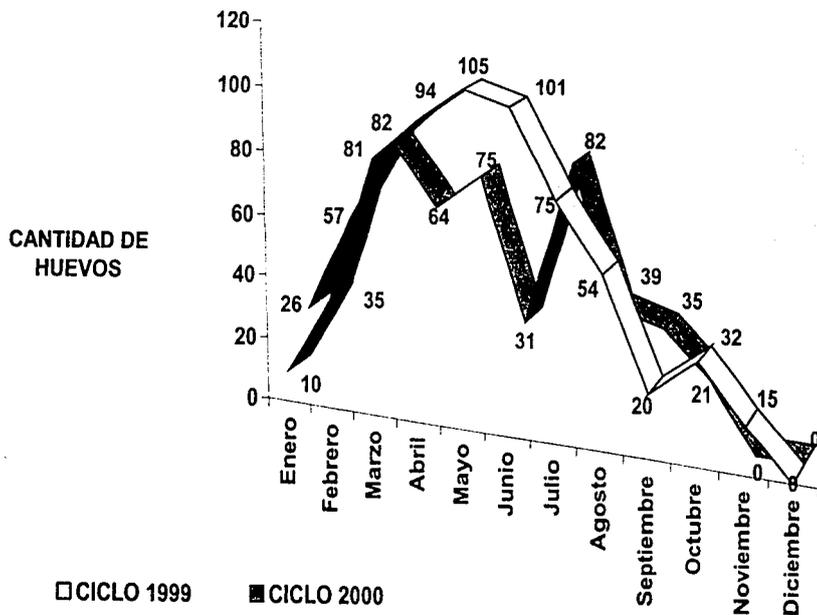
**GRÁFICA 6.- COMPARACIÓN DE LA VIABILIDAD DE  
AVESTRIPOLLOS POR HEMBRA EN EL C.E.I.E.P.A.DURANTE LOS  
CICLOS 1999-2000**



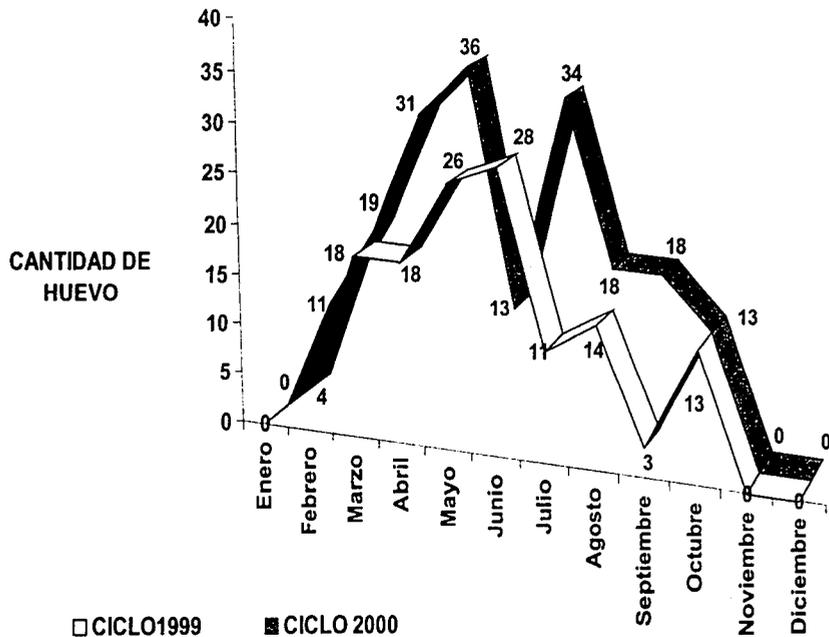
**GRÁFICA 7.- HUEVO CONTAMINADO EN EL C.E.I.E.P.A.  
DURANTE LOS CICLOS 1999-2000**



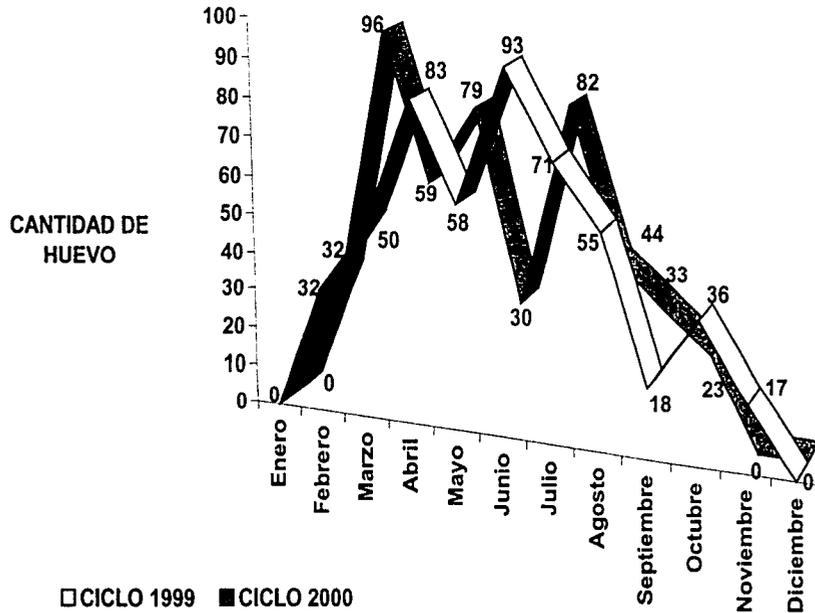
**GRÁFICA 8.- PRODUCCIÓN TOTAL DE HUEVO EN EL C.E.I.E.P.A.  
DURANTE LOS CICLOS 1999-2000**



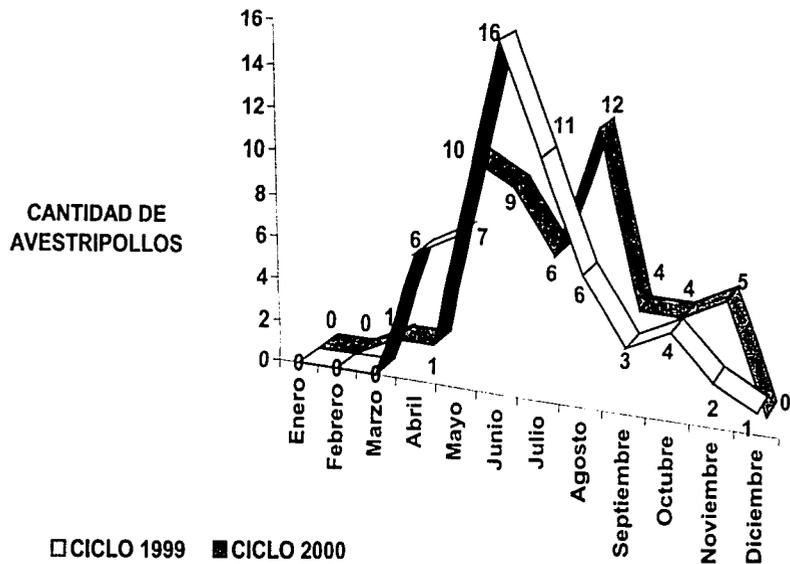
**GRÁFICA 9.- HUEVO FÉRTIL DETERMINADO EN EL C.E.I.E.P.A.  
DURANTE LOS CICLOS 1999-2000**



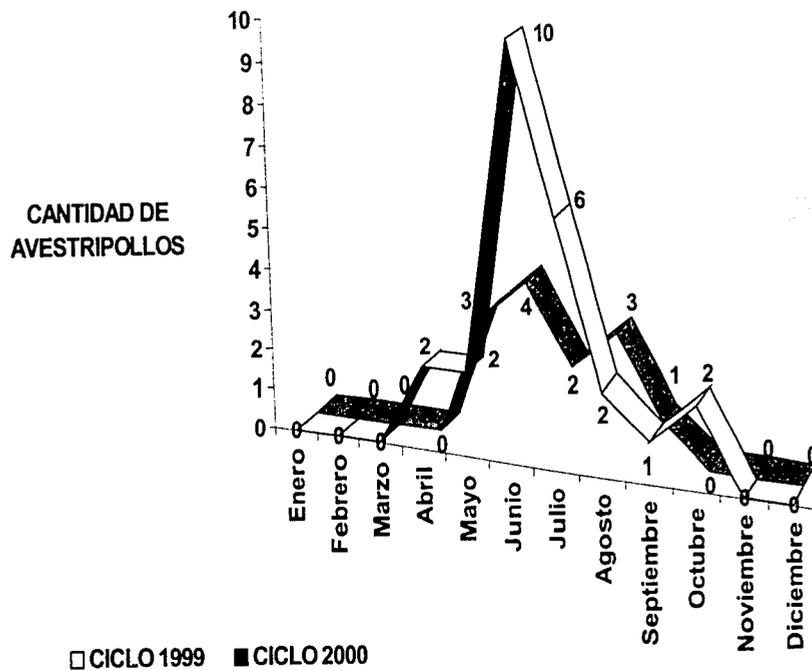
**GRÁFICA 10.- HUEVO INCUBADO EN EL C.E.I.E.P.A.  
DURANTE LOS CICLOS 1999-2000**



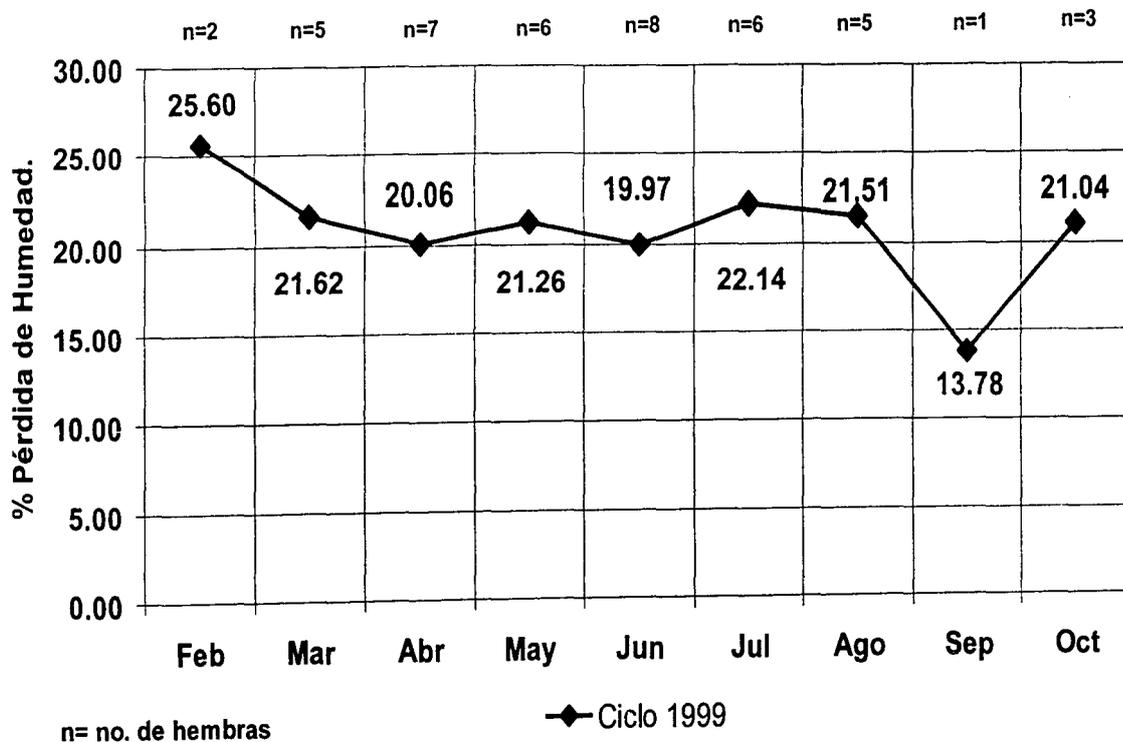
**GRÁFICA 11.- NACIMIENTO DE AVESTROPOLLOS EN EL C.E.I.E.P.A.  
DURANTE LOS CICLOS 1999-2000**



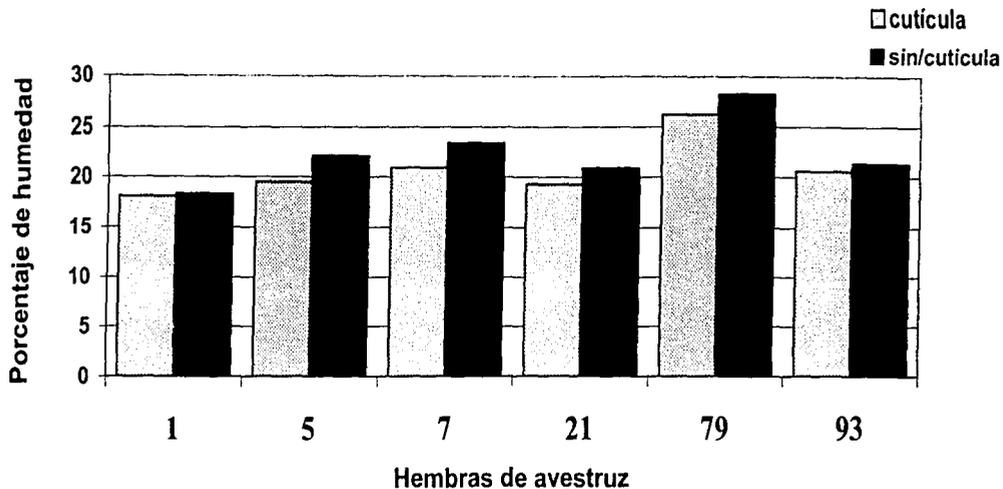
GRÁFICA 12.- AVESTRIPOLLOS SOBREVIVIENTES EN EL  
C.E.I.E.P.A. DURANTE LOS CICLOS 1999-2000



**GRÁFICA 13.- PÉRDIDA DE HUMEDAD EN HUEVOS FÉRTILES DEL  
C.E.I.E.P.A. DURANTE EL CICLO 1999**



**GRÁFICA 14.- PÉRDIDA DE HUMEDAD EN HUEVOS DE AVESTRUZ INCUBADOS CON Y SIN CUTÍCULA ARTIFICIAL EN EL CICLO 2000**



Tratamiento	Hembra 1	Hembra 5	Hembra 7	Hembra 21	Hembra 79	Hembra 93
cutícula	18.13 %	19.54 %	20.95 %	19.29 %	26.22 %	20.65 %
sin/cutícula	18.38 %	22.25 %	23.49 %	20.95 %	28.27 %	21.54 %