

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.  
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONSANGUINIDAD ESPERADA  
(I.C.E.) PARA LOS TOROS UTILIZADOS EN EL HATO REGISTRADO DE  
LA RAZA JERSEY EN GUATEMALA.**

**ZAIRA MADELY MURILLO MOLINA.**

**GUATEMALA, MAYO DEL 2006**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.  
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONSANGUINIDAD ESPERADA  
(I.C.E.) PARA LOS TOROS UTILIZADOS EN EL HATO REGISTRADO DE  
LA RAZA JERSEY EN GUATEMALA.**

**TESIS  
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLO DE GUATEMALA.**

**POR**

**ZAIRA MADELY MURILLO MOLINA.**

**AL COFERIRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADA ZOOTECNISTA.**

**GUATEMALA, MAYO DEL 2006**  
**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y**  
**ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**DECANO:** Lic. Zoot. MARCO VINICIO DE LA ROSA  
MONTEPEQUE.

**SECRETARIO:** Lic. Zoot. GABRIEL G. MENDIZÁBAL  
FORTUN.

**VOCAL PRIMERO:** Dr. M.V. YERI VELIZ PORRAS.

**VOCAL SEGUNDO:** Dr. M.V. FREDY GONZÁLEZ GUERRERO.

**VOCAL TERCERO:** Dr. EDGAR BAILEY.

**VOCAL CUARTO:** Br. ROCÍO YADYRA PÉREZ FLORES.

**VOCAL QUINTO:** Br. JOSÉ ABRAHAM RAMÍREZ CHANG.

**ASESORES**

Lic. Zoot. Eduardo Rodas Núñez.  
Licda. MSc. Karen Judith Hernandez Cabrera.  
Ing. Agr. Carlos Arnoldo Melgar Cabrera.  
Lic. Zoot. Isidro Miranda.

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

**En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el presente trabajo de tesis titulado:**

**DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONSANGUINIDAD ESPERADA (I.C.E.) PARA LOS TOROS UTILIZADOS EN EL HATO REGISTRADO DE LA RAZA JERSEY EN GUATEMALA.**

**Que fuera aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.**

**Como requisito previo a optar el título profesional de**

**LICENCIADA EN ZOOTECNIA**

**ACTO QUE DEDICO:**

**A LA SANTÍSIMA VÍRGEN MARÍA, EJEMPLO DE HUMILDAD Y BONDAD.**

**A MIS PADRES:                   RAFAEL MURILLO LÓPEZ Y  
GLORIA ANGELICA MOLINA DE MURILLO.  
POR TODOS SUS ESFUERZOS Y POR SER  
LOS PILARES FUNDAMENTALES DE LO  
QUE SOY.**

**A LA MEMORIA DEL           Sr.   AUGUSTO   GARABITO.           POR  
ENSEÑARME EL AMOR POR EL CAMPO Y  
LOS ANIMALES.**

**A MIS COMPAÑEROS:       A TODOS EN GENERAL. POR  
ESTAR SIEMPRE DISPUESTOS A  
BRINDARME UNA SONRISA.**

## **TESIS QUE DEDICO**

- A DIOS**                                      **POR HABERME DADO LA SABIDURÍA PARA PODER CULMINAR ESTA META.**
- A MIS HERMANOS**                        **WILLIAM Y CARLOS RAFAEL. POR SUS CUIDADOS Y CARIÑO.**
- A MIS ABUELITOS**                        **+RAFAEL, +TEODORA, +CARLOS, VIRGINIA.**
- A MIS TIOS**                                **CON ESPECIAL CARIÑO.**
- A MIS PRIMOS**                            **EN GENERAL, ESPECIALMENTE A OVIDIO, JOHAN, RAFAEL, SUSY**
- A LA FAMILIA**                            **AVILA OSORIO.**
- A MIS AMIGOS**                            **INGRID, JACKY, LUZ ELENA, KAREN, MARIA JOSÉ, MILDRED RECINOS, VINICIO, GUAYO, RAFAEL, MIGUEL, ANTONIO JOSÉ, JULIO, ISAAC, RONALD, DAVID, JOSÉ GUILLERMO, AXEL.**

## **AGRADECIMIENTO**

**A LA ASOCIACIÓN DE CRIADORES DE GANADO JERSEY,  
POR SU COLABORACIÓN EN LA REALIZACIÓN DE ESTE  
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN. ESPECIALMENTE AL  
ING. CARLOS ARNOLDO MELGAR Y  
EL LIC. EDUARDO RODAS.**

**A LOS CATEDRÁTICOS DE LA ESCUELA DE ZOOTECNIA Y  
PERSONAL ADMINISTRATIVO, ESPECIALMENTE AL  
LIC. VINICIO DE LA ROSA, POR SU CONFIANZA Y APOYO  
INCONDICIONAL.**

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
<b>2.1 General</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Específicos</b>	<b>3</b>
<b>III. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
<b>3.1 La Raza Jersey</b>	<b>4</b>
<b>3.2 La Asociación de Criadores de Ganado Jersey (A.C.J.) de Guatemala</b>	<b>5</b>
<b>3.3 Importancia del Pedigrí</b>	<b>6</b>
<b>3.4 Definición de la Consanguinidad y Coeficiente de consanguinidad</b>	<b>7</b>
<b>3.5 Acumulación de la Consanguinidad</b>	<b>8</b>
<b>3.6 Índice de Consanguinidad Esperada</b>	<b>9</b>
<b>3.7 Los Animales Utilizados por la A.C.J</b>	<b>10</b>
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>11</b>
<b>V. 4.1 Manejo y Análisis de los Datos</b>	<b>13</b>
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>15</b>
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	<b>22</b>
<b>VIII. RECOMENDACIONES</b>	<b>23</b>
<b>IX. RESUMEN</b>	<b>24</b>
<b>X. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>25</b>
<b>XI. ANEXOS</b>	<b>27</b>



## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y GRÁFICAS

<b>Cuadro 1. Acumulación de la Consanguinidad al Momento de Cruzar una Vaca con Parientes cercanos</b>	<b>8</b>
<b>Cuadro 2. Características del Sistema de computo Utilizado</b>	<b>11</b>
<b>Cuadro 3. Distribución del Total de Hembras por Año</b>	<b>12</b>
<b>Cuadro 4. Índice de Consanguinidad Esperada (I.C.E.) Para los Sementales utilizados en el Hato Jersey Registrado en Guatemala, Durante los Años del Estudio</b>	<b>19</b>
<b>Figura 1. Forma de Colocación de los Ancestros Dentro del Pedigrí</b>	<b>6</b>
<b>Figura 2. Flujo de los Datos Utilizados</b>	<b>14</b>
<b>Gráfica 1. Tendencia de la Consanguinidad de las Hembras del Estudio</b>	<b>16</b>
<b>Gráfica 2. Tendencia de la Consanguinidad de los Toros Utilizados Para Inseminación Artificial</b>	<b>17</b>

## I. INTRODUCCIÓN

La raza Jersey de origen europeo, es la más pequeña de las razas lecheras especializadas. En 1892 se registró el primer ingreso de esta raza en Guatemala. Entre los años 1915 y 1935 se realizaron nuevas importaciones, estableciéndose los animales en áreas cercanas a la ciudad de Guatemala, aumentando el número de criadores y dándose a conocer los beneficios de la crianza de la raza. Considerando que el periodo de consolidación fue entre 1935 y 1980, el mayor aporte genético a la raza se realizó a través de la importación de varios sementales y hembras, cuya influencia genética aún se ve reflejada en muchos de los hatos actuales (Tejada, 1986).

La consanguinidad se define como “la probabilidad que dos individuos muestren genes idénticos que estén presentes en un ancestro común” (Wright, 1922). Esta definición incluye la semejanza genética aditiva relacionada con una población tomada como base. El apareamiento de individuos emparentados produce individuos consanguíneos, que se representa en el coeficiente de consanguinidad ( $F$ ), que se define como la mitad de la relación aditiva entre sus padres. Al mismo tiempo, Ferrer (s.f) la define como, el cruzamiento entre individuos emparentados y establece además que, cuando mayor sea el parentesco entre dos individuos mayor será el coeficiente de consanguinidad de su progenie, y menor será la probabilidad que esta progenie sea heterocigótica.

La consanguinidad ha tomado relevancia en distintas especies animales, especialmente en las razas puras de especies domesticadas. Esta situación causa preocupación mundial por la pérdida de la diversidad genética tanto en especies animales como vegetales. Para el caso de los bovinos de leche, el Laboratorio de Programas de Mejoramiento Animal (AIPL, por sus siglas en inglés) ha venido observando la consanguinidad del hato Jersey estadounidense desde 1967 hasta el 2004, cuando alcanza el 7.2%. En nuestro país la Asociación de Criadores de Ganado Jersey de Guatemala (A.C.J.), como parte de sus objetivos, ha trazado la tendencia del comportamiento de la consanguinidad en el hato registrado, a partir de los animales

nacidos en 1984 ( $F = 0.64\%$ ) hasta los nacidos en el año 2003, cuando había alcanzado 3.8 %. Estos datos evidencian el avance en la pérdida de la diversidad genética inicial, hecho que se atribuye al uso de determinados sementales que han influido sobre la raza Jersey en Guatemala, a través del mayor uso de la inseminación artificial. (Rodas, 2003).

La información anterior señala elementos iniciales en el estudio de la consanguinidad, los que esta investigación pretende profundizar y encauzar hacia el comportamiento prospectivo de está, en el hato Jersey registrado. El índice de consanguinidad esperada (I.C.E.) pretende ser una herramienta nueva que ayude en la decisión de usar para el apareamiento, los sementales evaluados con las hembras registradas en la A.C.J., nacidas entre 1997 y 2004. Puede ser utilizado como un programa de control para continuar con el monitoreo del comportamiento de la consanguinidad en el hato Jersey registrado en Guatemala.

Con los índices de consanguinidad esperada de los sementales se obtendrá información que permitirá evitar el aumento de la consanguinidad en el hato Jersey registrado en Guatemala y por ende la pérdida de la diversidad genética que aún se tiene antes de iniciar una evaluación funcional (producción: cantidad y calidad de leche y fenotipo).

## II. OBJETIVOS

### 2.1 GENERAL

Actualizar la base de datos del registro genealógico de la Asociación de Ganado Jersey de Guatemala (A.C.J.).

### 2.2 ESPECÍFICOS

- Determinar el índice de consanguinidad esperada (I.C.E) de los sementales de la raza Jersey, distribuidos en el mercado guatemalteco, utilizados en inseminación artificial, apareados con hembras registradas de la misma raza nacidas entre 1997 y 2004 en Guatemala.
- Ampliar la información sobre la consanguinidad (F), en el hato Jersey registrado de Guatemala.

### III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 LA RAZA JERSEY

El ganado Jersey es originario de la isla de Jersey. En el siglo XVIII los habitantes de la isla prohibieron las importaciones de bovinos para consolidar así la fijación de las características de la raza y asegurar la pureza genética (González, 2001).

La Jersey es una raza orientada en forma exclusiva hacia la producción de leche. Está considerada como la segunda raza lechera del mundo en cuanto a número de ejemplares, pues se calcula que su población total, incluidos los cruces, es superior a seis millones de cabezas (González, 2001).

La vaca Jersey es la que, con mayor frecuencia se adapta al tipo lechero ideal. Su silueta, su angulosidad y la perfección de sus líneas responden a las características de una eficiente transformadora de alimento en leche. El pelaje es de color variable, desde el bayo claro al casi negro, pasando por el overo y con menor frecuencia el grisáceo. El pelaje de la cabeza y el cuello es más oscuro encontrándose un anillo claro alrededor del hocico. El color de la ubre, el vientre, y las caras internas de los muslos son más claros que el resto del cuerpo. El típico perfil cóncavo, con frente ancha, cara corta y descarnada, arcos orbitales destacado, morro amplio y una vivacidad incomparable conforman su cabeza tradicional. Su feminidad, su afectividad y mansedumbre y la característica sedosa de su piel fina y suelta, la distinguen de todas las razas lecheras (González, 2001).

### **3.2 LA ASOCIACIÓN DE CRIADORES DE GANADO JERSEY (A.C.J.) DE GUATEMALA.**

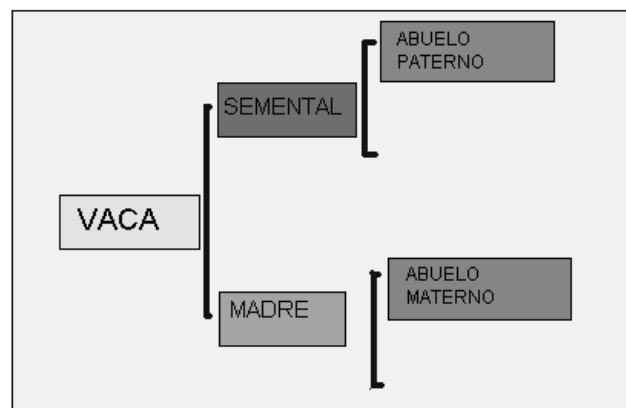
En 1965, según el Decreto Ley 461, el Ministerio de Agricultura era el encargado del Registro Genealógico de Ganado de Guatemala (R.G.G.G.). Este decreto regía de la misma forma al resto de países centroamericanos. Los cambios estructurales dentro del Ministerio de Agricultura, en 1992, autorizaron a las Asociaciones de criadores de ganado a conducir y operar sus propios registros genealógicos, dentro del marco del Acuerdo Gubernativo No. 118-92 como auxiliar del R.G.G.G. Esto permitió a la Asociación de Criadores de Ganado Jersey de Guatemala (A.C.J.), ya establecida desde 1,985 según el Acuerdo Gubernativo 1008-85, como una entidad con personalidad jurídica propia, no lucrativa, sin fines políticos o religiosos a que se reconociera su registro genealógico iniciado en 1,984 como un registro privado a través del acuerdo del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) No. 106-93 usando como referencia el acuerdo 118-92 (A.C.J.,1985; M.A.G.A.,1999).

La A.C.J. tiene dentro de sus objetivos propiciar, mejorar y conservar la pureza de la raza, también iniciar y mantener los registros genealógicos, índices, libros, documentos y toda la información pertinente sobre la raza Jersey, independientemente o en colaboración con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación u otras entidades oficiales. En el reglamento de registro genealógico vigente, la A.C.J. incluyó en 1998, un programa de tipificación sanguínea, para verificar la confiabilidad de sus registros, en el año 2001 fue sustituido por uno de verificación de paternidad por ADN. Según el último reporte (2003), los registros tienen un 100% de confiabilidad. Además cuenta con un programa de recuperación genética, que contribuye al desarrollo de la raza Jersey en Guatemala (A.C.J. 1992).

### 3.3 IMPORTANCIA DEL PEDIGRÍ

El pedigrí es una herramienta útil para evaluar la herencia biológica de un animal o simplemente conocer en detalle cada uno de sus ancestros, en la figura. 1 se muestra de manera resumida la forma en que deben colocarse cada uno de los ancestros dentro del pedigrí (Sminger ,1993).

Al no encontrarse completa la información del pedigrí, se reduce la exactitud del estimado de consanguinidad. Entre más completo y detallado sea, más fácil será conocer cuáles son o podrían ser las características fenotípicas futuras del animal, tanto morfológicas como funcionales (Cassell, 1999).



Fuente: CIAQ, 2005

**Figura 1. Forma de Colocación de los Ancestros dentro del Pedigrí.**

Para obtener resultados confiables es necesario que los animales posean en su pedigrí, hasta cinco generaciones para lograr examinarlos a fondo, ya que se considera que si existe algún tipo de parentesco a este nivel será menos dañino, debido a que, ya no se consideran parientes (Wiggans. Et. al., 1995).

### **3.4 DEFINICIÓN DE LA CONSANGUINIDAD Y COEFICIENTE DE CONSANGUINIDAD**

La consanguinidad se puede definir como producto del cruzamiento entre individuos emparentados. Cuanto mayor sea el parentesco entre dos individuos, mayor será el coeficiente de consanguinidad de su progenie y menor será la probabilidad de que esta progenie sea heterocigota (Ferrer, s.f.).

Este mismo (Ferrer, s.f.), define el coeficiente de consanguinidad de un individuo como la probabilidad de que dos genes presentes en un locus de dicho individuo sean idénticos por descendencia. El coeficiente de consanguinidad se designa generalmente mediante la letra F, y es un reflejo de la homocigosis. De hecho, es una cantidad relativa que lo que realmente mide es el descenso de la heterocigosis en relación a una población base en la que todos los individuos se supone que no están relacionados y que tienen una consanguinidad cero.

Stansfield (1988), además indica que las diferentes formas de consanguinidad producen un avance en la homocigocidad más ó menos intenso y rápido. Conforme la consanguinidad aumenta en una población, ya sea por causa de la endogamia o por la selección, ésta disminuye su diversidad genética. Cuando el tamaño de la población se reduce a una pequeña unidad aislada, es muy probable que la endogamia proporcione un incremento detectable en la uniformidad genética.

Cassell (1999), establece que, a más cercana la relación mayor la probabilidad que se muestre algún efecto. Lo anterior no implicaría evitar el uso de un semental en particular o sus hijos por el hecho que se hubiese utilizado anteriormente, y que determinados cruces en el hato pueden producir más consanguinidad de la que se podría esperar como aceptable. Concluye que es mejor evitar los cruces que producirán porcentajes inaceptables de consanguinidad y no al semental.



### 3.5 ACUMULACIÓN DE LA CONSANGUINIDAD

Castro. s.f., define que el límite del coeficiente de consanguinidad debe encontrarse dentro del rango de 3.0% al 6.25%, para así evitar pérdidas tanto productivas como lucrativas. Es importante mantener la consanguinidad dentro de este rango, ya que se consideran nivel de consanguinidad razonables dentro del hato o la población en sí. Un bajo coeficiente consanguíneo, no acarrea ningún tipo de problema, evitando el cruzamiento de animales cercanamente emparentados (Armstrong, 1999).

Miglior (2000), define que en la crianza de animales se puede distinguir la consanguinidad activa, cuando  $F > 6.25\%$  y pasiva cuando  $F \leq 6.25\%$ . En el primer caso, esta tasa se acumula más rápidamente, que en el segundo. Evitar la consanguinidad activa es muy importante para evitar los principales efectos deletéreos. La selección puede reducir la mayoría de problemas causados por la consanguinidad pasiva.

#### **Cuadro1. Acumulación de la Consanguinidad al Momento de Cruzar una Vaca con Parientes Cercanos.**

<b>Línea de Parentesco</b>	<b>Consanguinidad</b>
Su padre	25 %
Un hijo de su padre	12.5 %
Su abuelo (paterno o materno)	12.5%
Un hijo de su abuelo o un nieto de su padre	6.25%

Fuente: CIAQ, 2005.

Es importante notar en el cuadro anterior, que entre más cercano sea el parentesco de los animales a cruzarse, mayor será el porcentaje de consanguinidad que éstos presentarán. Por ejemplo, si cruzamos una hembra con su padre el índice de consanguinidad será bastante elevado (25%), a este nivel la consanguinidad indica que existe una probabilidad alta de que la progenie resultante presente rasgos fenotípicos desfavorables para la producción. Por el contrario, entre más se aleje el parentesco de los animales al cruzarse entre sí, el índice irá disminuyendo, como en el caso de cruzar una hembra con un hijo de su abuelo o un nieto de su padre donde obtendremos una consanguinidad de 6.25%, dato que se encuentra en el límite máximo sugerido por Castro (s.f.) para considerar a los animales dentro de los parámetros de la consanguinidad pasiva (Casell, 1999).

### **3.6 ÍNDICE DE CONSANGUINIDAD ESPERADA**

Cassell (1999) explica que el índice de consanguinidad esperada (I.C.E.) depende del grado de parentesco entre los sementales utilizados para este cruce. Además señala que tanto el sumario de los sementales para inseminación artificial utilizados por el Instituto Tecnológico de Virginia (Virginia Tech.) como la lista principal de evaluaciones genéticas para sementales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), aportan nueva información para utilizar el “Índice de Consanguinidad Esperada I.C.E.” (EFI por sus siglas en inglés), el que se determina por el cálculo del porcentaje de consanguinidad que resultará del apareamiento de un toro utilizado por inseminación con un grupo de definido de hembras. Estos datos representan el promedio de la consanguinidad (y no la consanguinidad en sí) que se obtiene del apareamiento utilizando pedigríes conocidos. Debido a esto, si la información que proporciona el pedigrí del toro es bien conocida, pero el de la hembra con que se aparee no, el índice de consanguinidad esperada le puede proporcionar al productor más información, pero no la suficiente para tomar decisiones en un futuro.

Cassell (1999) también señala que los criadores preocupados por los efectos de la consanguinidad (justificable para todos, inclusive para aquellos que utilizan monta natural) deben mantener información exacta en el pedigrí de sus vacas y novillas. E insiste en que no se debe dudar en el uso de sementales, que posean un ICE mayor del 6%, siempre que se examine el pedigrí de las vacas con que éstos se aparearán.

### **3.7 LOS ANIMALES UTILIZADOS POR LA A.C.J**

En 1981, empezó a tener auge la inseminación artificial, fue para entonces que una empresa de la corporación Castillo Hermanos, creó en Guatemala la primera compañía de importación de semen, este provenía de Estados Unidos y Canadá, con esto el ganadero observando los catálogos podía elegir el semental a su gusto para el mejoramiento de sus hatos (A.C.J. ,2005).

Actualmente en Guatemala existen 6 casa comerciales distribuidoras de semen a nivel nacional, cinco de ellas estadounidenses y solamente una canadiense, existe información de casas danesas, pero no existen los canales de distribución de los mismos en nuestro país (A.C.J. ,2005).

No se utilizan los toros nacionales, ya que la mayoría son hijos de las vacas registradas, estos no han sido probados, y para lograr esto es necesario un amplio estudio de los mismos (A.C.J. ,2005).

Las hembras utilizadas, provienen de importaciones directas de Estados Unidos, otras son del resultado de programas de individuales de reproducción realizados mediante la utilización de sementales distribuidos en Guatemala para inseminación artificial, provenientes de Estados Unidos y Canadá (A.C.J. ,2005).

#### IV. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del estudio se utilizó un sistema de cómputo con las características presentadas en el Cuadro 2. Al cual se le instaló el programa BREEDERS ASSISTANT 4.65a, que es un programa de pedigríes, creado por Tenset Technologies Limited, originado en el Reino Unido, en el año 2000.

**Cuadro. 2 Características del Sistema de Computo Utilizado.**

<b>Procesador</b>	<b>Intel Pentium 4</b>
<b>Velocidad de procesamiento</b>	<b>2.92 Ghz</b>
<b>Memoria RAM</b>	<b>512 MB</b>
<b>Sistema Operativo</b>	<b>Microsoft Windows XP versión 5.1</b>

Luego de haberse instalado el programa, se procedió a la introducción de la información de las hembras registradas en la Asociación de Criadores de Jersey (ACJ), nacidas entre los años 1997 y 2004 (cuadro. 3). De éstas se tomaron en cuenta únicamente las que completaron su pedigrí a cinco generaciones. La edad de estas vacas oscilará entre los cuatro meses y siete años, lo que permitirá trabajar con información de hembras que aún tienen vida útil dentro del ható registrado.

Cuadro. 3 Distribución del Total de Hembras Por Año.

<b>Año</b>	<b>Total de Vacas</b>
1997	603
1998	584
1999	565
2000	628
2001	661
2002	621
2003	663
2004	400

Fuente: A.C.J., 2005.

La información inicial del estudio, procede de tres fuentes:

- El libro de registro de la A.C.J. (base de datos que se encuentra en un formato D.O.S.)
- La página Web de la Asociación Americana de Ganado Jersey (A.J.C.A.)
- La página Web de la Asociación Jersey del Canadá.

Estas últimas utilizadas para completar los pedigríes de los animales, especialmente sementales, a cinco generaciones como mínimo o bien hasta donde lo permitió la información registrada en los diferentes libros oficiales de registro. Los toros fueron identificados por el número de registro dado por la Asociación Nacional de Criadores de Animales de los Estados Unidos, utilizado a nivel mundial para referencia de los animales.

Se consideraron los toros de los catálogos de las seis casas comerciales distribuidoras de semen en Guatemala, que se encontraban disponibles para inseminación artificial (importados de Estados Unidos y Canadá), para el año 2005.

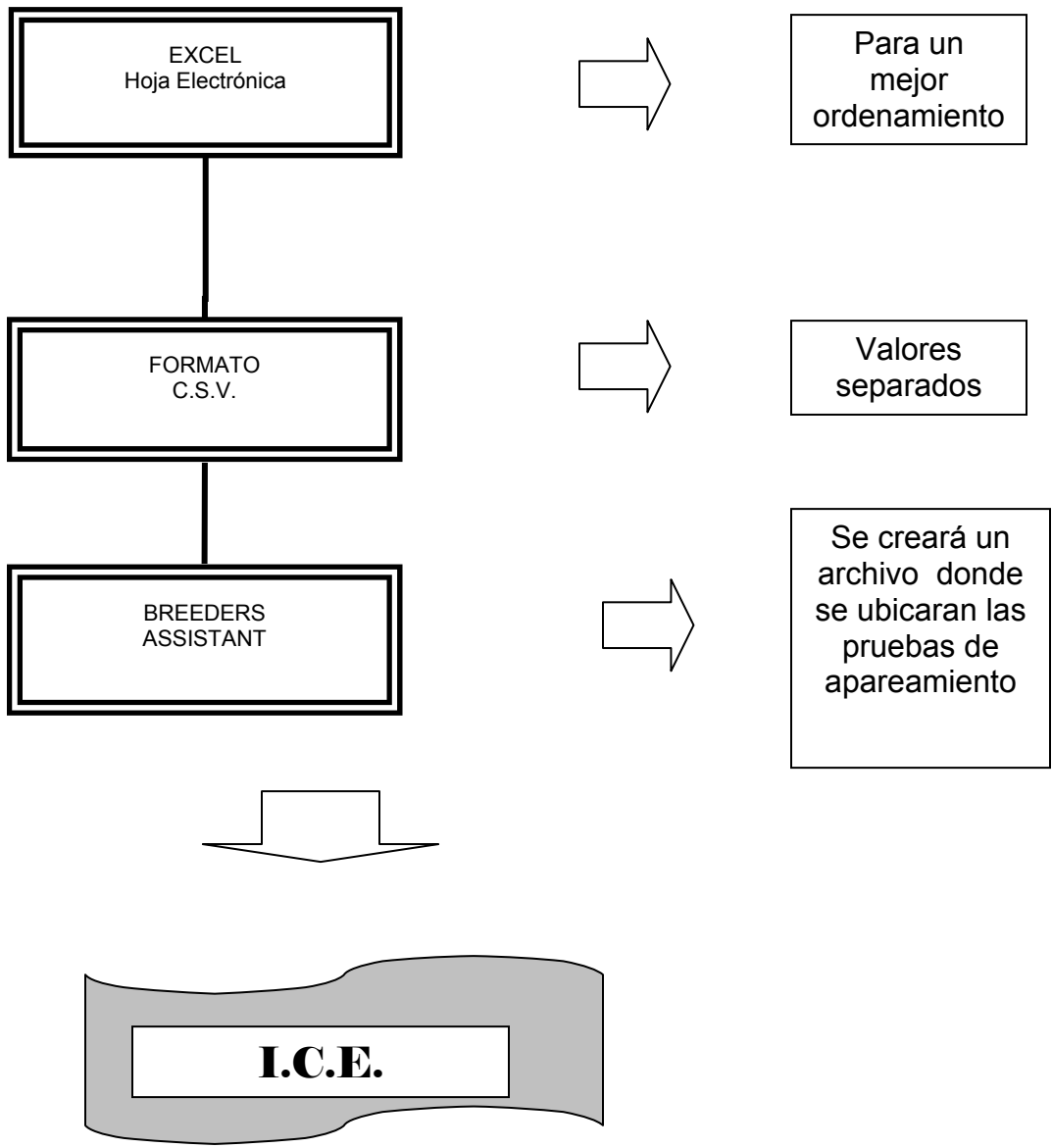
#### 4.1 MANEJO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

El estudio se inició completando los pedigríes de los animales, con esto se logró calcular la consanguinidad de los mismos. Se realizó un listado para cada toro con cada una de las hembras del estudio, se colocaron en una hoja electrónica de Excel para un mejor ordenamiento. Luego los datos se transformaron a un formato C.S.V. (valores separados por coma), para importarlos al programa BREEDERS ASSISTANT versión 4.65a, donde este establece un archivo de pruebas de apareamiento (trial mating), realizando matrices donde la consanguinidad de los padres fue computada anteriormente y colocada dentro de la misma, con esto se logró la proyección de apareamiento de todos los animales del estudio, obteniéndose así, el índice de consanguinidad esperada (I.C.E.) para cada uno de los sementales apareados con el grupo de hembras ordenadas por año de nacimiento. Y los índices obtenidos, se ubicaron dentro de los siguientes rangos, para comprender mejor el comportamiento de los datos. (ver figura 2.)

- $0 < F < 6.25\%$ ,
- $6.25 < F < 12.5\%$ ,
- $12.5 < F < 18.75\%$ ,
- $18.75 < F < 25\%$  y
- $F > 25\%$ .

(Rodas, 2003)

Figura 2. Flujo de los datos utilizados.



## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

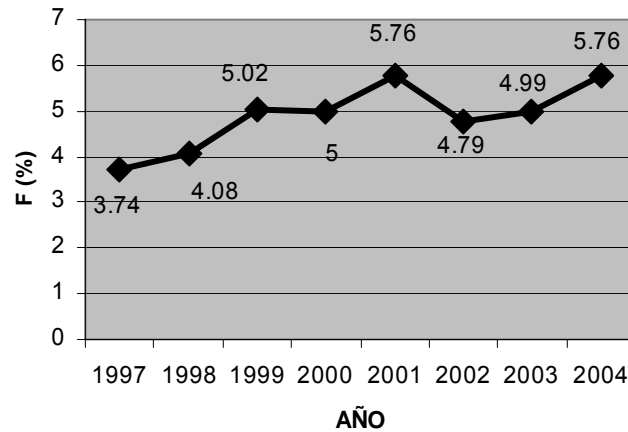
Para llegar a obtener los I.C.E. fue necesario el cálculo previo de la consanguinidad de los animales del estudio, en el caso de las hembras ésta mostró una tendencia al aumento continuo a través de los años. (Gráfica 1.)

La tendencia al aumento de F, del año 1997 al 2004 se mantuvo en el rango aceptable sugerido por Castro (s.f.). El límite de consanguinidad debe encontrarse dentro del rango de 3 a 6.25%, ya que se consideran como niveles adecuados dentro de una población. Al mismo tiempo, Stanfield (1988), establece que F produce un avance en la homocigocidad más o menos intenso o rápido, conforme ésta va aumentando en una población, ya sea por causa de ella misma o por la selección, dicho de otra manera, es un indicio de la pérdida de la diversidad genética en la población.

El aumento de F, a través de los años incluidos en el estudio, es producto de la presencia recurrente de ancestros comunes en distintas generaciones dentro de los pedigríes de los animales estudiados. Además, el aumento del coeficiente de consanguinidad de las hembras, se explica por el hecho de ser hijas de hembras nacidas dentro de los hatos nacionales y registradas en los años anteriores.



**Grafica 1. Tendencia de la Consanguinidad de las Hembras del Estudio.**

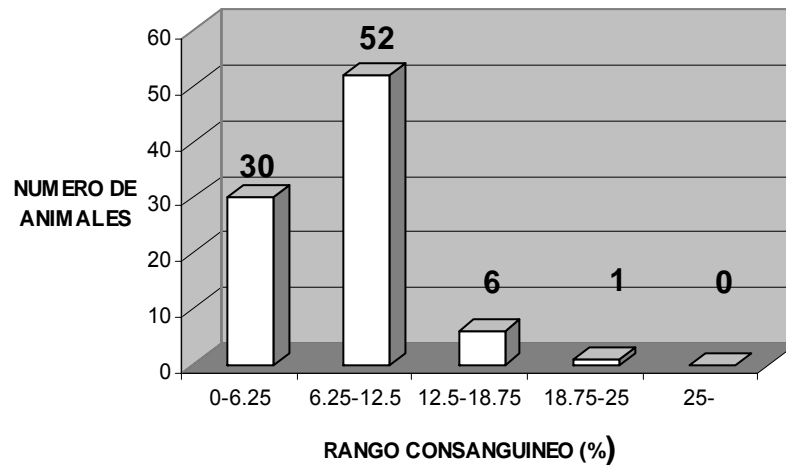


De los 89 sementales seleccionados para el estudio, se analizó el F de los mismos. Esta información es adicional y complementaria a la población de hembras. Cincuenta y dos de los toros (66%) se ubicaron por arriba del rango máximo de  $F = 6.25\%$  (ver gráfica 2 y Anexo 1.), al aparearlos con la población de hembras nacidas entre 1997 y 2004, se obtuvo una consanguinidad activa. El semental “Fleurieu-Apache” presenta el menor porcentaje de  $F = 0.1\%$ , éste indica que su uso puede disminuir o mantener los niveles de F en la población que nazca de las hembras registradas en Guatemala; el dato se respalda con la información que proporciona la casa que lo comercializa. Es considerado un toro “outcross” (desciende de individuos de diferentes líneas dentro de una misma raza). “Apache” es un semental de origen australiano, cuya madre no tiene parentesco con animales de la raza en Guatemala y solo se conocen hasta sus abuelos y en la línea paterna, los bisabuelos, de origen estadounidense (S.S. Quicksilver of Fallneva y Yankee FW Chief), están considerados entre los 17 toros más influyentes en la raza Jersey. (Wilk, 1992)

De los otros 30 sementales cuyo F es menor o igual a  $6.25\%$ , 10 se encuentran por debajo del  $3\%$ , y 20 están ubicados dentro del rango de 3 a  $6.25\%$ . Ambos grupos pueden ser utilizados con poco riesgo en la mayor parte de las hembras del hato registrado en Guatemala nacidas entre 1997 y 2004 (Gráfica 2 y Anexo 1.). Hay 52 sementales cuyo F está en el rango de  $6.25$  a  $12.5\%$ . Siguiendo la recomendación de

Cassell (1999), no se debe dudar en su uso, siempre que se conozca a profundidad el pedigrí de los sementales y el de las vacas con que serán apareados.

**Grafica 2. Tendencia de la Consanguinidad de los Toros Utilizados para Inseminación Artificial.**



El uso de individuos cuyo F es mayor a 12.5%, entre los que se encuentran “Priceland-Poseidon-Noha” (F= 14.1%), “Valleystream-Julian-ET” (F=15.2%) y “Long-Distance-Barber-Barckly” (F=19.1%); estará condicionado a características positivas que deseemos introducir o mantener dentro del hato, pero siempre teniendo mucha precaución. Si no se encuentra alguna característica importante transmisible, es recomendable no usarlos.

Los altos porcentajes de consanguinidad ( $F > 6.25\%$ ), tanto en el hato registrado estadounidense como en el guatemalteco, se deben al uso recurrente de ciertos sementales que se pueden encontrar dentro de tres linajes de animales, estos serían los de “Observer- Chocolate-Soldier”, “S.S.-Quicksilver-of-Fallneva” y “Milestones-Generator”. Estos se encuentran relacionados con otros sementales importantes de la siguiente manera: “Observer-Chocolate-Soldier” es abuelo de “Soldier-Boy-Boomer-Sooner” quien

es padre de “Mason-Boomer- Sooner-Berretta”. “S.S.-Quicksilver-of-Fallneva”, es abuelo de “Highland-Magic-Duncan” y éste es padre de “Highland-Duncan-Lester”. La información anterior puede ser comprobada con la observación de los pedigríes de casi cualquier hembra registrada, en las asociaciones de ambos países, y de los sementales utilizados en el estudio. (Wilk, 1993) (A.C.J. 2005)

Para reforzar la información anterior, “Milestones-Generator” posee 4352 descendientes registrados, en el registro genealógico de la A.C.J, “S.S.-Quicksilver-of-Fallneva” 5089 descendientes y “Observer-Chocolate-Soldier” 5971 descendientes, (A.C.J. 2005). Esto nos señala que será difícil bajar o aún mantener los índices de consanguinidad en un futuro próximo. Es necesario un análisis profundo de los pedigríes, tanto del macho como de la hembra, en el momento de planificar un cruzamiento.

El índice de consanguinidad esperada (I.C.E.) para los machos contra la población de hembras nacidas en los años de 1997 y 1998 (Cuadro 4 y anexo 2.) se mantuvo dentro de los límites aceptables. Esto es debido a que el grado de parentesco de los sementales del estudio no era alto. Por consiguiente el I.C.E. es bajo. Lo contrario ocurre con las poblaciones más jóvenes. Las hembras y los machos tienen mayor grado de parentesco, si se aparean el I.C.E será mayor. Caso contrario, de 1999 al 2004 la mayoría de los sementales se encuentran en el siguiente rango (6.25-12.5%), esto muestra la reducción en la heterocigosis a través de los años que es un indicio en la pérdida de la diversidad genética, reduciendo su índice de sobrevivencia, salud, vigor y eficiencia reproductiva y por ende se tendrá una mayor probabilidad de animales con defectos genéticos.

**Cuadro 4. Índice de Consanguinidad Esperada (I.C.E.) para los Sementales Utilizados en el Hato Jersey Registrado en Guatemala, Durante los Años del Estudio.**

<i>I.C.E ( % )</i>	<i>NUMERO DE TOROS POR AÑO</i>							
	<i>1997</i>	<i>1998</i>	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>
<i>0 – 6.25</i>	44	39	27	24	25	25	24	18
<i>6.25 – 12.5</i>	45	50	62	65	64	64	65	71
<i>12.5 – 18.75</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>18.75 – 25</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>25-</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

El cuadro anterior muestra la tendencia al cambio en el I.C.E., ya que conforme iba aumentando el número de ancestros comunes dentro de las proyecciones de apareamiento, se iba incrementando la consanguinidad entre los mismos. En los años de 1997 y 1998, observamos más o menos que el 50% se encuentra en el rango aceptable de I.C.E (0 – 6.25%), mientras que el resto se mantienen en el siguiente rango de 6.25 – 12.5%. De 1999 al 2003, el 30% se encontraba en el primer rango y un 70% dentro del segundo, para el último año del estudio, 2004, únicamente el 20% de los sementales se encuentran dentro del límite máximo y el resto dentro del siguiente rango, esto se debió a que los sementales se encontraron con un mayor grado de parentesco con las vacas registradas nacidas durante estos últimos años.

Al observar el cuadro 4 vemos que el número de sementales, que se encontraban en la primera categoría (0 – 6.25), migran continuamente a la siguiente a través de los años, esto es debido al aumento de F que tuvieron las hembras a lo largo de los años del estudio, de los años 2000 al 2003 no hubo mayor cambio, esto fue a causa que la consanguinidad de las hembras tuvo una ligera depresión ya que la genealogía de las mismas era distinta a las de las hembras de otros años. Esto demuestra un indicio en la pérdida de la diversidad genética inicial, incrementándose así la homocigosis, por tanto va disminuyendo el número de sementales aptos para reducir los altos porcentajes de consanguinidad dentro de los hatos.

Al no controlar los niveles de consanguinidad en el hato nacional, los sementales migrarán continuamente a las distintas categorías hasta llegar al punto donde todos estén altamente emparentados. No se encontrarán animales con niveles de consanguinidad adecuados para la realización de cruces que beneficien tanto productiva como reproductivamente y por el contrario encontraremos severos daños genéticos.

Cassell (1999) señala que los criadores preocupados por los efectos de la consanguinidad deben mantener información exacta en el pedigrí de sus vacas y novillas. E insiste en que no se debe dudar en el uso de sementales que posean un I.C.E. mayor del 6%, siempre que se examine el pedigrí de las vacas con que éstos se aparearán.

Ejemplificando lo anterior, si ambos individuos presentan un alto porcentaje de F, no implica que el I.C.E. tenga el mismo comportamiento, ya que este dependerá de la manera en que los individuos presentes en las genealogías se manifiesten en el pedigrí de la futura progenie producto del apareamiento. Por tanto se presenta al semental PRICELAND-POSEIDON-NOAH – que tiene un F de 14.10%, la manifestación del alto porcentaje de consanguinidad se debe a que dentro de sus ancestros el semental HIGHLAND-MAGIC-DUNCAN- se presenta dos veces dentro de su pedigrí, y es bisabuelo de NOAH tanto en la línea paterna como en la materna; mientras que el semental “OBSERVER-CHOCOLATE-SOLDIER-“ aparece una vez como tatarabuelo, y cinco veces más entre la quinta y sexta columna de tatarabuelos, y por ultimo “MILESTONES-GENERATOR-“ aparece dos veces en la quinta columna de ancestros y tres veces en la sexta.

Al realizar un cruce hipotético con la hembra “LN-BARCELONA-CHAROL-KIT-CHEST-“ con un F de 9%, este es debido a que dentro de su pedigrí encontramos a “HIGHLAND-MAGIC-DUNCAN-“ una vez en la tercera columna de tatarabuelos y dos veces en la cuarta, además se encontró al semental “KIT-CARSON-ET-“ dos veces dentro del pedigrí, una vez en la segunda columna de abuelos, en la línea paterna, y una vez en la tercera, en la línea materna. Estos dos individuos harían que la consanguinidad

fuera aún mayor pero se encuentra una hembra “outcross” (LN-MULATA-TRIX-VIC-) cuya consanguinidad es de cero, lo que disminuyó el impacto de la consanguinidad que podían causar los sementales mencionados anteriormente.

Al realizar el cruce hipotético de los individuos anteriormente analizados obtuvimos un I.C.E. de 5.60% encontrándose dentro del límite aceptable de consanguinidad. Al comparar los pedigríes de ambos, encontramos que presentaban como único ancestro común a “HIGHLAND-MAGIC-DUNCAN-“ lo que causó que el I.C.E. fuera mucho más bajo que el de sus progenitores, esto demuestra lo señalado por Cassell (1999).

De manera contraria, dos individuos con una consanguinidad pasiva ( $F < 6.25\%$ ), pueden presentar un I.C.E. por arriba del límite aceptable ( $3-6.25\%$ ) definido por Castro (s.f.). Demostrando lo anterior, el semental “GIPRAT-BELLEVUE-ET-“ presenta un F de 2.10% y la hembra “LN-FANTASTICA-CHAMPION-STCHESTER-“ la cual posee un índice de consanguinidad de 3.40%. Estos individuos no presentan ancestros comunes en las generaciones cercanas lo que hace que no se eleve en mayor grado el índice de consanguinidad. Al realizar la proyección de apareamiento de ambos obtenemos un I.C.E. de 6.80%, este es más elevado ya que ambos pedigríes manifiestan al toro “MASTER-MILESTONE-C-“ en la columna de bisabuelos, esto nos indica que ambos individuos son primos, lo que causó el aumento en la proyección.

## VI. CONCLUSIONES

1. La base de datos del registro genealógico de la Asociación de Ganado Jersey de Guatemala, se actualizó, haciendo del I.C.E. una herramienta útil y confiable.
2. La utilización del I.C.E. ayudará a controlar los niveles de consanguinidad del hato registrado en Guatemala.
3. La tendencia del I.C.E. va en aumento, lo que disminuye la disponibilidad de sementales para el hato Jersey registrado de Guatemala.
4. Para el último del estudio, únicamente el 20% de los toros presentaban una consanguinidad pasiva.
5. El encontrar individuos con un alto porcentaje de F, no indica que el I.C.E. presente el mismo comportamiento.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Es necesario continuar con el cálculo del I.C.E., anualmente, con los sementales a introducirse al hato guatemalteco y las hembras registradas nacidas en los próximos años.
2. Realizar el monitoreo del I.C.E. de los toros que se tienen, ya sean nacionales o importados, con las vacas registradas de reciente nacimiento.
3. Proporcionar la información obtenida a los criadores, para que puedan tener un mejor criterio de selección al momento de realizar el apareamiento de sus animales.
4. Es necesario buscar nuevos y más actualizados programas computarizados para agilizar los cálculos matemáticos que se requieren para el cálculo de la consanguinidad.



## VIII. RESUMEN

**Murillo Molina, Z. M.** 2006 Determinación del índice de consanguinidad esperada (I.C.E.) para los toros utilizados en el hato registrado de la raza Jersey en Guatemala. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

### **Resumen:**

El índice de consanguinidad esperada (I.C.E.), es una herramienta útil en la toma de decisiones de apareamiento, para disminuir o mantener los índices de consanguinidad. Con esto el productor se verá en la capacidad de mejorar las características tanto productivas como reproductivas dentro de sus hatos.

Durante los años del estudio el I.C.E. tuvo una tendencia al aumento, observándose un alto porcentaje de sementales en la categoría de 6.25 a 12.5%, esto indicó que para las hembras del 2004, último año del estudio, únicamente existían 18 toros, que podían ser utilizados sin riesgo, al igual que los 89 restantes siempre y cuando, se tuviera conocimiento de la genealogía tanto de la hembra como del semental que se fuesen a aparear, no se dudar en el uso de individuos que posean altos porcentajes consanguíneos, ya que si no poseen ancestros comunes dentro de su pedigrí el apareamiento pueda ser beneficiosos. Los altos porcentajes de consanguinidad, no indican que el índice de consanguinidad esperada (I.C.E.) presente este mismo comportamiento.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación de Criadores de Ganado Jersey de Guatemala. 1985. Estatutos de la Asociación de Criadores de Ganado Jersey de Guatemala. Acuerdo Gubernativo # 1008-85.
2. Asociación de Criadores de Ganado Jersey. 2005. XVIII Exposición Nacional de Ganado Jersey de Guatemala. Abril 2005. Guatemala, Purina/Alta/Veralac/Chalver/Disagro/Genfar/LAN/Genética/Duwest/Teyca/Parma. 30p.
3. Asociación de Criadores de Ganado Jersey. 2005. Base de Datos del Hato Registrado de la Raza Jersey de Guatemala. Junio del 2005.
4. Caraviello. D. 2004. Consanguinidad en Ganado Lechero. (en línea) consultado 15 de oct del 2005. disponible: <http://www.novedadeslacteas.com.html>
5. Cassell, B. 1999. Using Expected Future Inbreeding. Virginia, U.S. Virginia Polyt. Inst. 32-45 p
6. Castro, K. (s.f.) Consanguinidad. (en línea) consultado 28 abr 2005. disponible en: <http://www.gadojerseybr.com.br>
7. Centro de Inseminación Artificial de Québec. 2005. Inbreeding Genetic Principles. (en línea) consultado 27 feb 2005. disponible en: [http://www.ciaq.com/consanguinite\\_e.html](http://www.ciaq.com/consanguinite_e.html)
8. Ferrer. J (s.f.) Parentesco y consanguinidad. (en línea) consultado 15 feb 2005. Disponible en: <http://www.labordadurtx.org/articles/parentesc2/indexcas.html>
9. González. A. 2001. Razas de Ganado Lechero. (en línea) consultado 10 feb 2005. Disponible en: <http://www.fmvz.uat.edu.mx>.
10. Miglior, F. 2,000. Impact of Inbreeding – Managing a declining Holstein pool. (en línea) consultado 15 feb 2005. disponible en: <http://holsteinaus.une.edu.au/2000/6Miglior.html>.

11. Raden. P. M. VAN. ; SMITH. L. A. 1999. Selection and Mating Considering Expected Inbreeding of Future Progeny. Animal Improvement Programs Laboratory, Agricultural Research Service, USDA, Beltsville, MD. Journal of Dairy Science (III.) 82:2771-2778.
12. Rodas. J. E. 2003. Determinación del coeficiente de consanguinidad del hato Jersey registrado de Guatemala. Tesis Lic. en zootecnia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 48 p.
13. Stansfield. W. 1988. Teoría y problemas de Genética. Trad. por Esteban Fraga. 2 ed. México. MacGraw-Hill 405 p
14. Tejada, C. 1986. Historia del ganado Jersey en Guatemala. Asociación de Criadores de Ganado Jersey de Guatemala. No.1: 36p.
15. Van Vleck. D, et. al. 1987. Genetics for the animal sciences. Department of Animal Science, Cornell University. W.H. Freeman and Company. Nueva York. 383p.
16. Programs Laboratory, Agricultural Research Service, USDA, Beltsville, MD. Journal of Dairy Science 78: 1584 – 1590.
17. Wilk. J. 1993. Investigation on Inbreeding in Jerseys, Journal of Dairy Sci. 78 (suppl. 1): 154 (Abs).

# **X. ANEXOS**

### 10.1 Anexo 1. Consanguinidad de los Sementales Analizados para el Estudio.

TOROS

F

FLEURIEU-APACHE-	0.1
GIPRAT-BELLEVUE-ET-	2.1
SUNSET-CANYON-MILLION-HEIR-ET	2.4
SUNSET-CANYON-MAXIMUS-ET-	2.4
MOLLY-BROOK-FUSION-ET-	2.5
MORDALE-TOPSY S-GENERAL-ET-	2.6
WILLOA-LASER-	2.7
ALMA-RENN-SIR-ARTHUR-ET-	2.9
YOSEMITE-LEMVIG-BROOK-RASMUS-	2.9
SUNSET-CANYON-MECCA-ET	2.9
BW-PARADE-ET-	3
AHLEM-LEMVIG-ABE-ET-	3.4
BANCREST-MALCOLM-TINDY-ET-	3.6
ROCK-ELLA-PARAMOUNT-ET-	3.6
ROCK-ELLA-PERIMETER-ET-	3.6
CURTSEY-DUNCAN-JULIA-ET-	3.8
CROOKER-BROOK-MOON-	4
BRIDON-CJ-JANGLE-ET-	4
O-F-BARBER-ROCKET	4.1
LYNVAIL-MANDATE-P-	4.3
BANCREST-LESTER AVERY-	4.4
HURONIA-JODY S-GALAXY-ET-	4.4
O.F.-MANNIX-REBEL-ET-	4.5
DE-BOER-CINDYS-CEASAR-	4.7
WALDEN-FARM-MR-T-QUEST-ANGEL-ET-	5.4
GLENHOLME-COUNCILLER-	5.5
WILSONVIEW-KHAN-MORGAN-ET-	5.7
POTWELL-BROOK S-JAFFER-32D-	6.1
FERREIRA-LEMVIG-PIRANHA-ET	6.1
D&E-AVERY-KODY-	6.2
6.25 - 12.5 (RANGOS DE F)	
COLONY-DANIEL-SETH-RO-	6.4
PHILS-BERRETTA-BLUE-STAR-ET-	6.4
SCHULTZ-BROOK-HALLMARK-	6.4
ISAU-CLAYDON-PARK-FLOWER-POWER	6.5
GRENWOOD-BERRETTA-DUNKIRK-ET-	6.5
BUSH-RIVER-SVERY-ROULETTE-ET-	6.5
BERRYS-DANIEL-PARADE-	6.6
FOREST-GLEN-MANNIX-JUPITER-ET	6.6
EASTGLEN-BARBER-ELEVATION-	6.6
WILSONVIEW-AVERY-MAX-ET-	6.6
EASTGLEN-ALF-KLASSIC-ET-	6.8
MVF-BOLD-VENTURE-DANIEL-	6.8
BANCREST-PAL-667-	6.9

(Continuación Anexo 1.) Consanguinidad de los Sementales Analizados para el Estudio.

JENKS-SYMPHONY-ET-	7.2
FOREST-GLEN-LEMVIG-GUNNER-ET	7.2
FERREIRA-GOLDENS-JERRICK-ET-	7.6
NORVAL-ACRES-PLAUDIT-	7.6
SHF-CENTURION-SULTAN-	7.6
TNT-GEN-BLADE-RUNNER-ET	7.9
BLACKYS-BIG-TIME-ET-	7.9
SCHULTZ-DECLO-RESCUE	8.2
SHANES-RINGO-OF-SUNNY-DAY-ET-	8.2
FOREST-GLEN-TRAIL-BLAZER-ET-	8.2
GOLDEN-BOY-OF-FERREIRA-	8.4
AMITYS-BOLD-BOSTON-	8.6
JENKS-BARBER-BILL	8.8
GREENRIDGE-ULTRA-ET-	9.1
PRICELAND-MONTANA-ALEX-ET-	9.1
GOLDEN-MEADOW-DECLO-LUCKY-	9.2
BOK-B-DANIEL-LINETTE-LUCKY-	9.3
WOODSTOCK MONTANA LELAND	9.3
O.F.-MONTANA-SABER-ET-	9.3
FERREIRA-AMERICAN-STEALTH-ET-	9.3
LONG-DISTANCE-PEREGRINE-BONUS-ET-	9.4
DUTH-HOLLOW-DIRECTOR-P-	9.4
ISAU-ROWANTREE-JUGIONG-MEGASTAR-	9.5
WINDY-WILLOW-MONTANA-JACE-	9.7
MOLLY-BROOK-BERRETTA-FANCLUB-ET-	9.9
DAVISON-BERRETTA-FREELANCE-ET-	9.9
MOLLY-BROOK-BERRETTA-FUTURE-ET	9.9
SIL-MIST-MONTANA-BLAIR-3753-ET-	10.3
SIL-MIST-RMBM-BUTTONS-BRAZO-ET	10.3
BRIDON-SAMBO-CHARISMATIC-ET-	10.3
BARBS-POINTER-DANDY-ET-	10.9
MOLLY-BROOK-MCKEN-FLORESCENT-ET-	11
MOLLY-BROOK-MCKEN-FORMAL-ET-	11
MOLLY-BROOK-MC-KENZIE-FLASH-ET-	11
PRICELAND-BUTLER-ET-	11.4
MS/DP-LONG-RANGE-AINGE	11.8
PRICELAND-BOLD-DANIEL-BEAU-ET-	12
DEBOE-JENETTA-BARBER-BILL-ET-	12.2
SUNSET-CANYON-FUTURITY-ET-	12.3
DOGWOOD-HILL-POSEIDON-KENAI-	12.6
POSEIDON-GATE-KEEPER-OF-D&E-	12.6
VEE-TEE-DUNKIRK-DO-RIGHT-ET-	13.8
MOLLY-BROOK-POSEIDON-ADVENTURE-	14
PRICELAND-POSEIDON-NOAH-ET-	14.1
VALLEYSTREAM-JULIAN-ET-	15.2
LONG-DISTANCE-BARBER-BARKLY-	19.1

## 10.2 Anexo 2. Índice De Consanguinidad Esperada (I.C.E.) Para los Toros Utilizados en el Hato Jersey Registrado en Guatemala.

TOROS	I.C.E. de los toros / año								PROMEDIO/TORO
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
AHLEM-LEMVIG-ABE-ET-	4.22	4.16	4.63	4.85	4.61	4.64	4.74	5.06	4.61
ALMA-RENN-SIR-ARTHUR-ET-	4.35	4.52	4.67	4.81	5.05	5.2	5.62	5.76	5.00
AMITYS-BOLD-BOSTON-	5.97	5.94	6.7	7	6.59	6.57	6.69	6.99	6.56
BANCREST-LESTER AVERY-	5.76	5.63	6.19	6.66	6.38	6.55	6.62	7.02	6.35
BANCREST-MALCOLM-TINDY-ET-	5.09	5.09	5.56	5.72	5.5	5.6	5.71	6.02	5.54
BANCREST-PAL-667-	3.17	3.12	3.45	3.48	3.43	3.35	3.46	3.62	3.39
BARBS-POINTER-DANDY-ET-	7.06	7.27	7.64	8.1	7.8	7.8	7.92	8.36	7.74
BERRYS-DANIEL-PARADE-	5.46	5.63	6.06	6.39	6.07	6	6.09	6.38	6.01
BLACKYS-BIG-TIME-ET-	6.43	6.51	6.93	7.42	6.93	7	7.2	8.21	7.08
BOK-B-DANIEL-LINETTE-LUCKY-	6.7	6.95	7.47	7.79	7.52	7.58	7.72	8.14	7.48
BRIDON-CJ-JANGLE-ET-	6.16	6.37	6.82	7.05	6.92	7.47	7.23	7.79	6.98
BRIDON-SAMBO-CHARISMATIC-ET-	6.86	7.07	7.55	7.9	7.62	7.91	8.4	9.01	7.79
BUSH-RIVER-SVERY-ROULETTE-ET-	4.95	4.94	5.36	5.67	5.55	5.42	5.48	5.7	5.38
BW-PARADE-ET-	5	5.4	5.4	5.71	5.55	5.28	5.47	5.89	5.46
COLONY-DANIEL-SETH-RO-	5.62	5.93	6.34	6.55	6.36	6.32	6.47	6.81	6.30
CROOKER-BROOK-MOON-	5.74	5.57	6.06	6.6	6.2	6.56	6.55	6.86	6.27
CURTSEY-DUNCAN-JULIA-ET-	6.42	6.21	7.19	7.8	7.19	7.73	7.39	7.95	7.24
D&E-AVERY-KODY-	6.17	6.31	6.71	6.99	6.78	6.72	6.87	7.32	6.73
DAVISON-BERRETTA-FREELANCE-ET-	7.31	7.91	8.1	8.36	8.36	8.33	8.72	9.73	8.35
DEBOE-JENETTA-BARBER-BILL-ET-	7.4	7.59	7.99	8.49	8.07	8.11	8.37	9.18	8.15
DE-BOER-CINDYS-CEASAR-	5.17	4.97	5.49	5.67	5.44	5.44	5.7	5.94	5.48
DOGWOOD-HILL-POSEIDON-KENAI-	7.52	8.01	8.35	8.44	8.52	8.27	8.41	9	8.32
DUTH-HOLLOW-DIRECTOR-P-	5.87	6.11	6.38	6.19	6.48	6.45	6.55	6.84	6.36
EASTGLEN-ALF-KLASSIC-ET-	3.13	6.68	6.85	7.07	6.83	6.45	6.65	6.93	6.32
EASTGLEN-BARBER-ELEVATION-	3.8	5.03	5.56	5.97	5.45	5.45	5.65	6.22	5.39
FERREIRA-AMERICAN-STEALTH-ET-	6.76	7.03	7.41	7.71	7.68	7.48	7.71	8.31	7.51
FERREIRA-GOLDENS-JERRICK-ET-	6.62	6.98	7.44	7.7	7.49	7.47	7.64	8.07	7.43
FERREIRA-LEMVIG-PIRANHA-ET	5.09	5.07	5.61	5.99	5.64	5.6	5.91	6.31	5.65
FLEURIEU-APACHE-	3.44	3.54	3.69	3.94	3.69	3.77	3.71	3.97	3.72
FOREST-GLEN-LEMVIG-GUNNER-ET	6.1	6.21	6.57	6.92	6.54	6.33	6.1	7.3	6.51
FOREST-GLEN-MANNIX-JUPITER-ET	5.86	6.21	6.57	6.92	6.54	6.33	6.38	7.2	6.50
FOREST-GLEN-TRAIL-BLAZER-ET-	6.76	7.12	7.43	7.68	7.47	7.35	7.52	7.88	7.40
GIPRAT-BELLEVUE-ET-	3.93	3.86	4.32	4.51	4.26	4.71	4.7	5	4.41
GLENHOLME-COUNCILLER-	4.97	4.73	5.29	5.66	5.42	6.11	6.4	6.59	5.65
GOLDEN-BOY-OF-FERREIRA-	7.4	7.66	8.02	8.53	8.13	8.17	8.44	9.27	8.20
GOLDEN-MEADOW-DECLO-LUCKY-	6.7	7	7.37	7.55	7.37	7.24	7.41	7.74	7.30
GREENRIDGE-ULTRA-ET-	6.49	6.93	7.46	7.76	7.84	7.52	7.79	8.12	7.49
GRENGWOOD-BERRETTA-DUNKIRK-ET-	7.5	8.02	8.31	8.54	8.44	8.34	8.62	9.2	8.37
HURONIA-JODY S-GALAXY-ET-	2.36	2.15	2.35	2.38	2.34	2.69	2.68	2.55	2.44
ISAU-CLAYDON-PARK-FLOWER-POWER	5.82	6.2	6.34	6.74	6.62	6.27	6.52	6.9	6.43
ISAU-ROWANTREE-JUGIONG-MEGASTAR-	6.63	6.96	6.83	7.49	7.29	7.2	7.32	7.67	7.17

(Continuación Anexo 2.) Índice De Consanguinidad Esperada (I.C.E.) Para los Toros Utilizados en el Hato Jersey Registrado en Guatemala.

JENKS-BARBER-BILL	7.41	7.67	8.04	8.56	8.12	8.14	8.18	9.24	8.17
JENKS-SYMPHONY-ET-	6.24	6.51	6.98	7.27	7.02	7.06	7.2	7.6	6.99
LONG-DISTANCE-BARBER-BARKLY-	6.93	6.77	7.47	8	7.35	7.38	7.66	8.36	7.49
LONG-DISTANCE-PEREGRINE-BONUS-ET-	6.86	7.02	7.7	8.17	7.64	7.67	7.76	8.22	7.63
LYNVAIL-MANDATE-P-	5.06	5.26	5.5	5.69	5.51	5.43	5.59	5.82	5.48
MOLLY-BROOK-BERRETTA-FANCLUB-ET-	7.31	7.91	8.1	8.36	8.37	8.27	8.56	9.09	8.25
MOLLY-BROOK-BERRETTA-FUTURE-ET	7.31	7.91	8.1	8.36	8.37	8.27	8.56	9.09	8.25
MOLLY-BROOK-FUSION-ET-	5.37	5.86	6.03	6.25	6.46	6.15	6.49	7.14	6.22
MOLLY-BROOK-MCKEN-FLORESCENT-ET-	7.17	7.52	7.93	8.19	8.02	7.89	8.09	8.47	7.91
MOLLY-BROOK-MCKEN-FORMAL-ET-	7.17	7.52	7.93	8.19	8.02	7.89	8.09	8.47	7.91
MOLLY-BROOK-MC-KENZIE-FLASH-ET-	7.17	7.52	7.93	8.19	8.02	7.89	8.09	8.47	7.91
MOLLY-BROOK-POSEIDON-ADVENTURE-	7.79	8.13	8.58	8.84	8.85	8.77	8.84	9.41	8.65
MORDALE-TOPSY'S-GENERAL-ET-	2.63	2.43	2.72	2.82	2.71	2.93	2.9	2.98	2.77
MS/DP-LONG-RANGE-AINGE	8.2	8.41	8.98	9.5	9.21	9.51	9.44	9.92	9.15
MVF-BOLD-VENTURE-DANIEL-	5.9	5.95	6.71	7	6.57	6.67	6.72	7	6.57
NORVAL-ACRES-PLAUDIT-	6.42	6.38	6.85	7.25	6.9	7.01	7.13	7.57	6.94
O.F.-MANNIX-REBEL-ET-	5.19	5.51	5.87	6.2	6.15	5.95	6.11	7.65	6.08
O.F.-MONTANA-SABER-ET-	6.62	6.94	7.59	8.02	7.98	7.77	7.98	6.37	7.41
O-F-BARBER-ROCKET	6.15	6.35	6.62	7.04	6.68	7.42	7.53	8.33	7.02
PHILS-BERRETTA-BLUE-STAR-ET-	7.4	8.04	8.2	8.46	8.4	8.43	8.79	9.2	8.37
POSEIDON-GATE-KEEPER-OF-D&E-	7.52	8.01	8.35	8.45	8.54	8.29	8.44	9.08	8.34
POTWELL-BROOK'S-JAFFER-32D-	5.76	5.81	6.42	7.02	7.04	6.79	6.94	7.19	6.62
PRICELAND-BOLD-DANIEL-BEAU-ET-	6.75	6.68	7.42	7.9	7.4	7.64	7.71	8.16	7.46
PRICELAND-BUTLER-ET-	7.95	8.3	8.73	9.08	8.58	8.64	8.73	9.31	8.67
PRICELAND-MONTANA-ALEX-ET-	6.27	6.65	7.28	7.49	7.5	7.06	7.35	7.57	7.15
PRICELAND-POSEIDON-NOAH-ET-	7.79	8.13	8.54	8.77	8.73	8.67	8.69	9.23	8.57
ROCK-ELLA-PARAMOUNT-ET-	6.48	7.16	7.46	7.64	7.59	7.68	7.9	8.53	7.56
ROCK-ELLA-PERIMETER-ET-	6.48	7.16	7.46	7.64	7.59	7.68	7.9	8.53	7.56
SCHULTZ-BROOK-HALLMARK-	6.7	7.14	7.68	8.28	8.36	7.8	8.25	8.55	7.85
SCHULTZ-DECLO-RESCUE	6.23	6.61	6.94	7.11	7.07	6.57	7.11	7.24	6.86
SHANES-RINGO-OF-SUNNY-DAY-ET-	6.17	6.24	6.65	6.92	6.65	6.75	6.75	7.04	6.65
SHF-CENTURION-SULTAN-	6.55	6.81	7.19	7.36	7.22	7.41	7.33	7.81	7.21
SIL-MIST-MONTANA-BLAIR-3753-ET-	6.55	7.04	7.57	7.86	7.99	7.64	7.94	8.3	7.61
SIL-MIST-RMBM-BUTTONS-BRAZO-ET	6.55	7.04	7.57	7.86	7.99	7.64	7.94	8.3	7.61
SUNSET-CANYON-FUTURITY-ET-	6.61	7.21	7.39	7.62	7.59	7.39	7.65	7.93	7.42
SUNSET-CANYON-MAXIMUS-ET-	2.66	2.61	2.85	3.06	3.12	3.02	3.54	4	3.11
SUNSET-CANYON-MECCA-ET	3.22	3.31	3.71	4.03	4.19	4.03	4.71	4.44	3.96
SUNSET-CANYON-MILLION-HEIR-ET	2.66	2.61	2.85	3.06	3.12	3.02	3.54	4	3.11
TNT-GEN-BLADE-RUNNER-ET	6	6.18	6.52	7.12	6.77	6.79	6.9	7.13	6.68
VALLEYSTREAM-JULIAN-ET-	5.3	5.05	5.77	6.17	5.87	6.82	6.45	7.2	6.08
VEE-TEE-DUNKIRK-DO-RIGHT-ET-	7.02	7.19	7.6	7.89	7.58	7.59	7.71	8.15	7.59
WALDEN-FARM-MR-T-QUEST-ANGEL-ET-	5.75	6.05	6.38	6.32	6.21	6.02	6.18	6.36	6.16
WILLOA-LASER-	3.78	3.58	3.95	4.22	4.05	4.59	4.58	4.61	4.17
WILSONVIEW-AVERY-MAX-ET-	5.43	5.41	6.01	6.41	6.3	6.1	6.25	6.52	6.05
WILSONVIEW-KHAN-MORGAN-ET-	6.6	7.06	7.44	7.5	7.16	6.86	7.01	7.35	7.12
WINDY-WILLOW-MONTANA-JACE-	6.61	6.8	7.54	7.93	7.85	7.7	7.9	8.75	7.64
WOODSTOCK MONTANA LELAND	6.6	7	7.53	7.97	7.96	7.55	8	8.2	7.60
YOSEMITE-LEMVIG-BROOK-RASMUS-	4.01	4.01	4.43	4.81	4.73	4.7	4.85	5.2	4.59
PROMEDIO/AÑO	5.89	6.14	6.55	6.85	6.68	6.67	6.82	7.24	6.61



