

# Comportamiento reproductivo de novillas *Bos taurus* x *Bos indicus* inseminadas artificialmente a estro natural en el trópico seco de Costa Rica

José Roberto Baca Fuentes\*  
Enrique Pérez Gutiérrez \*  
Carlos S. Galina Hidalgo \*\*

---

## Abstract

In order to evaluate the reproductive performance of beef heifers artificially inseminated in the dry tropic conditions in Costa Rica, 409 *Bos taurus* x *Bos indicus* heifers ranging from 2.1 to 4.6 years of age were used. Heifers were divided into two groups. Estrus detection in each group was carried out by the visual method twice a day. Additionally, in each group of the heifers, two bulls with penial deviation were equipped with chin-ball-marker. Sixty six point five percent of the heifers were detected in heat during the first 21 days and 81.6% during the overall period of 47 days. The average interval between the two consecutive inseminations were  $20.2 \pm 1.5$  days (ranging from 16 to 24). Eighty six point five percent of the inseminated heifers were pregnant after artificial insemination AI and 88% after AI plus natural breeding. The pregnancy rate was 70.6% as a result of the AI and 76% as a result of the AI plus natural breeding. The number of services per conception of pregnant heifers was 1.53. This study suggests that improving management, nutrition and selection of replacement heifers can lead to satisfactory percentage of fertility in *Bos indicus* cattle by the strategic use of artificial insemination.

**Key words:** BEEF HEIFERS, ESTRUS DETECTION, REPRODUCTIVE PERFORMANCE.

## Resumen

Con el fin de evaluar el comportamiento reproductivo de novillas de carne inseminadas artificialmente en condiciones del trópico seco de Costa Rica, se utilizaron 409 novillas *Bos taurus* x *Bos indicus* de 2.1 a 4.6 años de edad. Las novillas se manejaron en dos grupos que se denominaron programas 1 y 2. La detección de estros en cada grupo fue realizada mediante dos observaciones diarias. Se contó además, en cada grupo, con la ayuda de 2 toros con pene desviado equipados con marcador de barbilla. El 66.5% de las novillas fueron detectadas en celo durante los primeros 21 días y 81.6% durante el periodo de 47 días que duró el programa. El intervalo promedio entre dos servicios consecutivos fue de  $20.2 \pm 1.5$  días (entre 16 y 24 días). El 86.5% de las novillas inseminadas quedaron gestantes de inseminación artificial y 88% después de la inseminación artificial más la monta natural, el porcentaje de preñez de inseminación artificial fue de 70.6, en tanto que el acumulado en la monta natural fue de 76. El número de servicios por concepción de las novillas

---

Recibido el 15 de agosto de 1997 y aceptado el 11 de diciembre de 1997.

\* Posgrado Regional en Ciencias Veterinarias Tropicales. Universidad Nacional. Apartado 304-3000, Heredia, Costa Rica.

\*\* Departamento de Reproducción, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

gestantes fue de 1.53, lo anterior sugiere que se pueden lograr porcentajes de fertilidad satisfactorios en el ganado *Bos indicus* con el uso estratégico de la inseminación artificial.

**Palabras clave:** NOVILLAS DE CARNE, DETECCIÓN DE CELO, COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO.

## Introducción

Si bien es cierto que en los países tropicales un elevado porcentaje de los programas reproductivos aún depende de la monta natural, en las últimas décadas se ha notado un creciente interés por el uso de la inseminación artificial,<sup>1</sup> ya que esta última permite la introducción y aprovechamiento de material genético de probada superioridad, así como la realización de pruebas de progenie, la posibilidad de reducir la transmisión sexual de algunas enfermedades y el mejoramiento de los registros.<sup>2,3</sup> Sin embargo, la exacta detección de los signos de celo sigue siendo el factor más limitante.<sup>4,5</sup> La corta duración del periodo de receptividad sexual aparentemente es más notoria durante las épocas del año en las que la temperatura ambiental es alta o la calidad del forraje es baja.<sup>6,7</sup> Además, se ha documentado que una de las causas que conducen a fallas en la detección de celos, es la baja actividad de monta del ganado Cebú.<sup>8</sup> Adicionalmente, dicha actividad ocurre con mayor frecuencia durante la noche.<sup>9,10</sup>

Ciertamente con el uso de los agentes sincronizadores se ha facilitado el estudio de la conducta estral, los resultados de los programas de inseminación artificial, en términos de fertilidad, después de la sincronización de estros han sido modestos.<sup>5</sup> Dos estudios realizados recientemente han aportado evidencias acerca de una de las posibles causas de este fracaso.<sup>11</sup> Señalan que incluso las vacas ovariectomizadas exhiben signos de estro cuando están acompañadas por otras que muestran actividad de monta, y las hembras en anestro que permanecen junto al grupo de vaquillas sincronizadas, aparentemente son inducidas a exhibir conducta estral de modo concomitante con las tratadas.<sup>12</sup> Estas observaciones sugieren una conducta de imitación, que obviamente afectará la exactitud con la cual se detecte el inicio del estro. En efecto, Appleyard y Cook<sup>13</sup> consignan que con base en el análisis de los niveles de progesterona, más de 22% de las vacas fallan en concebir debido a que son inseminadas en un momento inapropiado. Recientemente Medrano *et al.*<sup>14</sup> realizaron un estudio para determinar el grado de precisión en la respuesta estral después de la aplicación de un progestágeno a 32 vacas Cebú, y comunican que tres de las vacas presentaron de 2 a 5 fases receptivas, probablemente porque imitaron a una vaca que estuvo en estro verdadero. Los mismos autores concluyen que bajo condiciones de campo las hembras *Bos indicus* tienden a manifestar una actividad sexual sinérgica; es decir, se agrupan para exhibir un comportamiento sexual con

interacciones que ocurren, en su mayoría, entre ellas mismas.

Por su parte, Lamothe *et al.*<sup>15</sup> consignan que las hembras Cebú tienden a manifestar conducta estral en grupos compactos aun sin la aplicación de agentes sincronizadores. En vista de que dicho trabajo se llevó a cabo con pocos animales, se puede inferir que este factor podría haber sido una limitación para identificar con claridad la tendencia de las hembras a exhibir conducta estral en grupos compactos. Por tal razón, se postuló la hipótesis de que en un hato más grande de hembras sería posible identificar con mayor claridad la tendencia de éstas a exhibir conducta estral en lotes compactos. El objetivo del presente estudio fue examinar la tendencia de las novillas a manifestar conducta estral en grupos compactos, calcular el intervalo entre servicios y determinar porcentajes de concepción y preñez, por inseminación artificial y del servicio posterior con monta natural, se determinó el número de servicios por concepción de las novillas inseminadas artificialmente a celo natural.

## Material y métodos

### Localización del estudio

El presente estudio se realizó en una finca en el distrito primero del cantón de Liberia, provincia de Guanacaste, en una zona que corresponde al trópico seco de Costa Rica, a 10° 37' 54" latitud norte; 85° 26' 18" longitud oeste y a 140 msnm. La precipitación anual media es de 1581.9 mm con una humedad relativa de 77% y temperatura anual media de 27°C. En el curso del año se presentan dos épocas definidas: la seca, que se prolonga de noviembre a mayo, con escasa o ninguna precipitación y la lluviosa que da inicio en junio y termina en octubre, con una precipitación que representa el 93.5% de la lluvia anual.<sup>16</sup>

### Animales

Se seleccionaron 409 hembras de un total de 714 novillas *Bos taurus* × *Bos indicus*, que nacieron durante 1990 y 1991. Los criterios de selección fueron los siguientes: peso igual o mayor a los 325 kg, condición corporal adecuada de acuerdo con la escala del 1 a 5,<sup>17</sup> temperamento tranquilo, conformación adecuada del cérvix, ausencia de patologías de los demás órganos de la reproducción y ovarios en completa actividad; es decir, presentaron cuerpo lúteo o folículos grandes,

detectados mediante palpación rectal. Las hembras tenían un peso promedio de  $361.8 \pm 27.7$  kg con edad inicial promedio de 3.5 años y condición corporal de 2.7.

Durante la época lluviosa el manejo del hato depende del pastoreo, en potreros, cuya cubierta de pastos está constituida fundamentalmente por gramíneas, como Pangola (*Digitaria decumbens*), Jaragua (*Hyparrhenia rufa*), Braquiaria (*Brachiaria decumbens*), Andropogon (*Andropogon gayanus*) y grama nativa (*Paspalum notatum*). Sin embargo, durante la época seca depende casi por completo del aporte de heno y ensilaje, los cuales se preparan de sorgo forrajero. Además del forraje, en el periodo lluvioso como en el seco reciben un suplemento de gallinaza con melaza, sal común y otros minerales.

### Metodología

Las novillas fueron divididas al azar en dos grupos, llamados en lo sucesivo programas 1 y 2, a cada uno se le asignó un inseminador experimentado. Dichos programas iniciaron el 12 de septiembre de 1994 y finalizaron el 29 de octubre del mismo año.

La detección de celo fue realizada por el inseminador y su respectivo ayudante, además de utilizar en cada programa un toro con pene desviado, equipado con marcador de barbilla.

Los animales fueron observados dos veces diarias (6:30 a 7:30 a.m.; 4:00 a 5:00 p.m.), catalogando la inmovilidad de las novillas ante la monta, como el criterio para considerarlas en celo. Una vez detectadas en estro, fueron inseminadas con semen de calidad probada, entre 8 y 12 horas después de la detección.

### Eficiencia en la detección de celos

El criterio principal para evaluar la eficiencia en la detección de celo fue definido como la relación entre el número de animales detectados en celo durante un

periodo de 21 días y los disponibles para la inseminación artificial.

El intervalo entre servicios se calculó en novillas que repitieron celo después de la primera inseminación y se utilizó como criterio complementario para juzgar la eficiencia en la detección de las novillas en celo.

### Novillas con cuerpo lúteo

Con base en el número de animales detectados con cuerpo lúteo mediante la palpación rectal, se calculó el porcentaje general de animales que presentarían celo durante los primeros 21 días del programa, de esa manera se utilizó el dato para hacer una comparación con el porcentaje de animales que teóricamente debería haber mostrado celo, suponiendo que todas las novillas se encontraban en actividad ovárica cíclica; y con el porcentaje real que mostró celo en dicho periodo.

El porcentaje de novillas detectadas en celo durante los primeros 21 días del programa, obtenido de aquellas que presentaban cuerpo lúteo, fue utilizado para compararlo con el porcentaje de las detectadas en celo, en el grupo que según el resultado de la palpación rectal carecían de tal estructura.

Al finalizar los programas, a cada grupo se le asignaron cuatro toros y las novillas nuevamente fueron observadas dos veces a diario, con el propósito de detectar aquellas que exhibieran conducta estral y fueran servidas mediante monta natural. El periodo de observación se inició el 30 de octubre y finalizó el 23 de noviembre de 1994.

### Diagnóstico de gestación

El diagnóstico de gestación fue realizado mediante palpación rectal 75 días después de haber finalizado el programa de inseminación artificial. El porcentaje de concepción se definió como la relación de los animales

Cuadro 1  
NOVILLAS DETECTADAS Y NO DETECTADAS EN CELO, SEGÚN EL PROGRAMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

Variable	Programa 1	Programa 2
Total vaquillas	205	204
Total detectadas		
en celo	169 (82%)	165 (81%) <sup>n.s.</sup>
De 1 a 21 días	132 (64%)	140 (68%) <sup>n.s.</sup>
De 22 a 42 días	31 (15%)	25 (12%) <sup>n.s.</sup>
De 43 a 47 días	6 (3%)	0 (0%)
No detectadas		
en celo	36 (18%)	39 (19%) <sup>n.s.</sup>

<sup>n.s.</sup> = no significativo

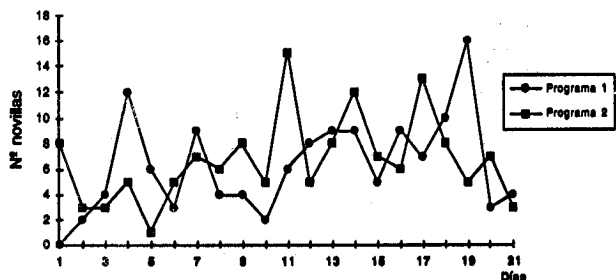


Figura 1. Novillas detectadas en celo durante los primeros 21 días en los programas 1 y 2 de inseminación artificial.

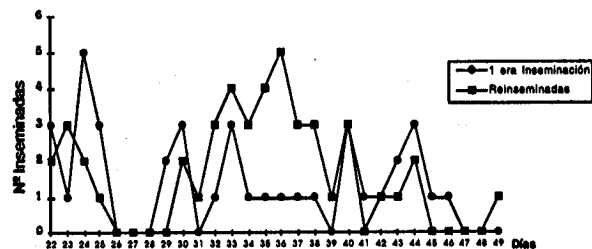


Figura 2. Frecuencia de novillas inseminadas por primera y segunda ocasión durante el programa 1.

gestantes entre los inseminados durante el periodo de ejecución del programa, mientras que el porcentaje de preñez fue considerado como la relación de los animales gestantes entre el total disponible para la inseminación artificial. Además se evaluó la diferencia del porcentaje de concepción y preñez, tanto al primero como al segundo servicios y según el año de nacimiento de las novillas asignadas a ambos programas.

Al momento de realizar el diagnóstico de gestación se presentaron los siguientes subgrupos: novillas que fueron inseminadas una o dos veces y no mostraron celo durante el periodo de monta natural; las que fueron inseminadas una o dos veces, mostraron celo en el periodo subsiguiente y fueron servidas mediante monta natural; y las que no presentaron celo durante el programa pero fueron servidas mediante monta natural.

Se utilizó estadística descriptiva, distribución de frecuencias y pruebas de hipótesis para diferencia entre proporciones y entre medias a un nivel de significancia del 5%, valor de  $Z = 1.96$ .

## Resultados

### Presentación general de estros

El 81.6% (334/409) de las novillas fue detectado en celo, distribuido de la siguiente manera: 66.5% (272/409) en los primeros 21 días, 13.6% (56/409) en los siguientes 21 días y 1.4% (6/409) en los últimos 5 días.

La distribución de las novillas detectadas y no detectadas en estro según programa se presentan en el Cuadro 1, no encontrando diferencia entre programas, ni en relación con el número de novillas detectadas en celo, ni en cuanto a las no detectadas ( $P > 0.05$ ).

Tampoco hubo diferencia entre programas, en cuanto al número de animales detectados en celo en los dos periodos consecutivos de 21 días. No obstante es importante destacar que en el programa 2, las 165 novillas que fueron detectadas en celo fueron observadas durante los primeros 42 días.

**Cuadro 2**  
NOVILLAS DETECTADAS EN CELO DURANTE LOS PRIMEROS 21 DÍAS DEL PROGRAMA DE ACUERDO A LA PRESENCIA O AUSENCIA DE CUERPO LÚTEO

Días	Programa 1		Programa 2	
	Con cuerpo lúteo n=59	Sin cuerpo lúteo n=146	Con cuerpo lúteo n=68	Sin cuerpo lúteo n=136
01 - 07	8 (13%)	28 (19%)	6 (9%)	26 (19%)
08 - 14	17 (29%)	25 (17%)	31 (45%)	28 (21%)
15 - 21	16 (27%)	38 (26%)	18 (26%)	31 (23%)
Total	41 (69%)	91 (62%)	55 (81%)	85 (63%)

La tendencia de la presentación de celos en grupos compactos durante los primeros 21 días (Figura 1) es similar en ambos programas. El porcentaje de novillas que se detectó en celo en los primeros 21 días del programa (Figura 2), difiere tanto del porcentaje calculado de acuerdo con el número de novillas detectadas con cuerpo lúteo, como del porcentaje según la suposición de que todas las novillas estaban en actividad ovárica cíclica al inicio del programa.

### Manifestación de estros y presencia de cuerpo lúteo

En general, 75.5% (96/127) de las novillas que al inicio del programa se les había detectado un cuerpo lúteo, presentaron celo en los primeros 21 días. Por el contrario, en el grupo al cual no se le había detectado cuerpo lúteo, sólo presentó celo 62.4% (176/282) ( $P < 0.05$ ).

El Cuadro 2 muestra el número de animales que presentó celo según la presencia o ausencia de cuerpo lúteo por programa. Como se observa, no hubo diferencia en el programa 1, para el porcentaje de animales detectados en celo entre grupos ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, en el programa 2, el porcentaje de novillas detectadas en celo entre grupos fue diferente ( $P < 0.05$ ).

Un hallazgo importante es que el porcentaje de animales detectados en celo tanto en el grupo que presentaba cuerpo lúteo como en el que no presentaba dicha estructura, fue similar entre programas ( $P > 0.05$ ).

### Intervalo entre estros

En ambos programas repitieron celo 109 novillas, de estas últimas 45 corresponden al programa 1 y 64 al programa 2 ( $P < 0.05$ ); asimismo, las novillas que repitieron celo empezaron a detectarse a los 22 días de haber realizado las primeras inseminaciones (Figuras 2 y 3).

La duración promedio del intervalo entre servicios fue de  $20.2 \pm 1.5$  días. En el programa 1 fue de  $20.2 \pm 1.6$  días (rango 16-24 días), y en el programa 2 fue de  $20.3 \pm 1.4$  días (rango 18-24 días), respectivamente. La duración promedio del intervalo entre servicios fue similar en ambos programas.

### Porcentaje de concepción

El porcentaje de concepción en ambos programas fue de 86.5 (289/334) mientras que al primero y segundo servicios fue de 63.1 (211/334) y de 71.5 (78/109), respectivamente ( $P > 0.05$ ). El porcentaje de concepción entre programas fue similar ( $P > 0.05$ ), así como entre el primer y el segundo servicios del programa 1 ( $P > 0.05$ ); sin embargo, en el programa 2 el porcentaje de concepción al primer servicio fue menor que el correspondiente al segundo ( $P < 0.05$ , Cuadro 3). En los dos programas considerados conjuntamente, el

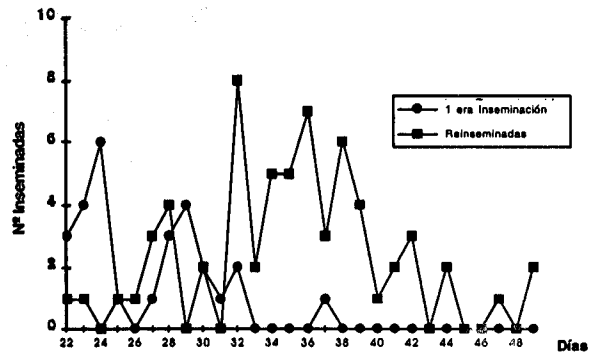


Figura 3. Frecuencia de novillas inseminadas por primera y segunda vez durante el programa 2.

porcentaje de concepción (62.3) de las novillas nacidas en 1990 fue similar (62.7) al de las nacidas en 1991.

En ambos programas el porcentaje de concepción de las novillas que nacieron en 1990, fue similar para el primero y segundo servicios respecto de aquellas que nacieron en 1991 ( $P > 0.05$ , Cuadro 4). Además, tampoco hubo diferencia en el programa 1 entre el porcentaje de concepción al primero y segundo servicios, ni para las nacidas durante 1990 y 1991 ( $P > 0.05$ ).

Por el contrario, en el programa 2 el porcentaje de concepción al primer servicio fue diferente al del segundo, tanto para las que nacieron en 1990 como para las de 1991 ( $P < 0.05$ ).

### Porcentaje de concepción de las novillas con cuerpo lúteo

Conjuntando ambos programas y en relación con la presencia de un cuerpo lúteo a la palpación rectal, se obtuvo un porcentaje de concepción de 51.0 (49/96). Por su parte, a las vaquillas que no presentaron cuerpo lúteo les correspondió 61.9% (109/176,  $P < 0.05$ ). En los programas 1 y 2 (Figura 4) las novillas que presentaron cuerpo lúteo tuvieron porcentajes de concepción

Cuadro 3

#### TASA DE CONCEPCIÓN Y PREÑEZ DE NOVILLAS, SEGÚN EL SERVICIO POR PROGRAMA

	Programa 1	Programa 2
<b>Primer servicio</b>		
Inseminadas / gestantes	169 / 115	165 / 96
Concepción (%)	68	58
Preñez (%)	56	47
<b>Segundo servicio</b>		
Inseminadas / gestantes	45 / 33	64 / 45
Concepción (%)	73	70
Preñez (%)	16	22

**Cuadro 4**  
TASA DE CONCEPCIÓN Y PREÑEZ AL PRIMERO Y SEGUNDO  
SERVICIOS POR AÑO DE NACIMIENTO DE LAS NOVILLAS

	Programa 1		Programa 2	
	1990 n=72	1991 n=131	1990 n=57	1991 n=142
<b>Primer servicio</b>				
Inseminadas / gestantes	64 / 46	104 / 68	53 / 27	108 / 65
Concepción (%) <sup>a</sup>	72 <sup>a,c</sup>	65 <sup>a,c</sup>	51 <sup>a,c</sup>	60 <sup>a,c</sup>
Preñez (%) <sup>b</sup>	64 <sup>a,d</sup>	52 <sup>b,d</sup>	47 <sup>a,c</sup>	46 <sup>a,c</sup>
<b>Segundo servicio</b>				
Inseminadas / gestantes	18 / 14	27 / 19	24 / 19	40 / 31
Concepción (%) <sup>a</sup>	78 <sup>c</sup>	70 <sup>c</sup>	19 <sup>d</sup>	15 <sup>d</sup>
Preñez (%) <sup>b</sup>	79 <sup>c</sup>	80 <sup>c</sup>	33 <sup>d</sup>	23 <sup>d</sup>

<sup>a</sup> y <sup>b</sup> entre filas difieren P < 0.05  
<sup>c</sup> y <sup>d</sup> entre columnas difieren P < 0.05  
<sup>a</sup>: núm. de novillas gestantes / número de novillas inseminadas  
<sup>b</sup>: núm. de novillas gestantes / total

menor al de aquellas que no se les diagnosticó dicha estructura. En cada programa la diferencia fue significativa (P < 0.05).

### **Porcentaje de concepción de inseminación artificial más monta natural**

En total 311 novillas resultaron gestantes durante toda la temporada de servicios, 289 correspondieron a inseminación artificial y 22 a monta natural; por lo tanto, el porcentaje de concepción de inseminación artificial más monta natural fue de 88 (311/353, Figura 5). En el programa 1, 158 novillas resultaron gestantes durante la temporada de servicios, 148 de inseminación artificial y 10 de monta natural. El porcentaje de concepción de inseminación artificial más monta natural fue de 89 (158/176). Por su parte, en el programa 2 resultaron gestantes 153 novillas; de éstas, 141 fueron de inseminación artificial y 12 de monta natural. En consecuencia, el porcentaje de concepción de inseminación artificial más monta natural fue de 86 (153/177).

### **Porcentaje de preñez**

El porcentaje de preñez para todo el hato fue de 70.6 (289/409), mientras que a primero y segundo servicios fue de 51.6 (211/409) y de 19.0 (78/409), respectivamente.

Para los programas 1 y 2, el porcentaje total de preñez fue similar, 72.1 (148/205) y 69.1 (141/204). Sin embargo, el porcentaje de preñez a primer servicio del programa 1, fue mayor que el del programa 2 (P < 0.05,

Cuadro 4). La situación es diferente en cuanto al segundo servicio, ya que el porcentaje de preñez del programa 1 fue menor que el del programa 2 (P < 0.05, Cuadro 4).

### **Porcentaje de preñez de inseminación artificial más monta natural**

El porcentaje de preñez de inseminación artificial más monta natural fue de 76 (311/409). En el programa 1, correspondió a un 77% (158/205) y en el programa 2 a un 75% (153/204) (P < 0.05).

### **Servicios por concepción**

El número de servicios por concepción de las novillas gestantes para todo el hato fue de 1.53 (443/289). Mientras que para los programas 1 y 2 fue de 1.44 y 1.62, respectivamente (P < 0.05).

### **Discusión**

El porcentaje de las novillas detectadas en celo en los primeros 21 días de ejecución del programa, es similar al consignado por Anta *et al.*<sup>18</sup> en una amplia revisión sobre la eficiencia reproductiva de los bovinos explotados en condiciones tropicales. Sin embargo, ocupa una posición intermedia respecto de los resultados de Holroyd *et al.*,<sup>19</sup> quienes encontraron que 84.2% de las novillas manifestaron estro en los primeros 20 días de la temporada de apareamiento, y de los comunicados por Galina *et al.*<sup>20</sup> que consignan en un

estudio que 17% de las vacas fueron observadas en estro en un periodo de 30 días.

Cabe destacar que el resultado de Galina *et al.*<sup>20</sup> fue obtenido de vacas adultas en el periodo posparto, lo cual sugiere que existen diferencias en el patrón de la conducta estral en dependencia del estado fisiológico o de la posición jerárquica de los animales. Así, por ejemplo, Solano *et al.*<sup>21</sup> encontraron notorias diferencias entre vacas y novillas en relación con el tiempo de detección de estros; 55% de las vacas en estro fue detectado entre las 6 y 8 a.m., mientras que en el mismo periodo fue detectado 73% de las novillas.

Tales resultados no son sorprendentes si se tienen en cuenta evidencias que sugieren el importante papel que desempeña la jerarquía social en la manifestación de la conducta estral en el ganado Cebú,<sup>22</sup> lo anterior puede conducir a que las vacas dominantes que se encuentran en celo no sean montadas por las subordinadas. En vista de que generalmente el lote de novillas que se asigna a la temporada de servicios es más homogéneo, hay menor posibilidad de que se produzcan entre ellas problemas de jerarquía relacionados con la actividad de monta, cuando se encuentran en celo. En algunos casos el bajo porcentaje de animales detectados en celo puede deberse a que las hembras no estén en actividad ovárica cíclica. Sin embargo, la mayoría de las veces el factor principal es la poca eficiencia en la detección de celos,<sup>5</sup> lo cual conduce a que las vacas no sean inseminadas simplemente porque no son observadas en celo, a pesar de que pudieran estar en actividad ovárica cíclica normal.<sup>18</sup>

No obstante 66.5% es menor al porcentaje esperado, ya que Deutscher<sup>23</sup> afirma que en un hato de vacas o novillas, con ciclos estrales de 21 días, deben presentar celo casi 5% de ellas en cualquier día determinado de la temporada de servicios.

Aunque en el presente estudio no se realizó una observación continua de celos, la probabilidad de que algunas hembras en celo no hayan sido advertidas es baja; ya que se ha demostrado que aun en celos sincronizados la detección es mejor en novillas que en vacas, independientemente del agente sincronizador utilizado.<sup>24,25</sup> Por tal razón, en este caso el porcentaje

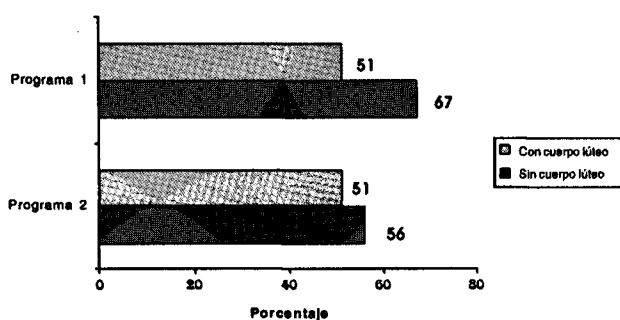


Figura 4. Porcentaje de concepción respecto a la inseminación artificial más monta natural.

de animales detectados en celo se considera buen indicador de la eficiencia en la detección de celos y del número de novillas que en efecto se encontraba en actividad ovárica cíclica en el hato. De manera que ante el hecho de que hubo novillas que no fueron detectadas en celo, pudo deberse a que éstas no se encontraban en actividad ovárica cíclica, más bien que por celos no observados. Estas suposiciones, desde luego, merecen ser respaldadas por investigaciones futuras mediante el seguimiento de la actividad ovárica, a fin de tener seguridad de que las fallas en la detección de estros se deben a una deficiente manifestación de la conducta estral de las hembras más que a una falta de ciclicidad ovárica. Si bien en este estudio hubo menos del 5% de animales en celo por día, el porcentaje global de 66.5% es superior a lo esperado de acuerdo con la palpación rectal que se realizó al principio del programa, lo cual sugiere que en el hato había más animales con cuerpo lúteo que los que fueron detectados.

En investigaciones previas se ha establecido la deficiente precisión en detectar el cuerpo lúteo en el ganado Cebú,<sup>26</sup> debido a que tal estructura sobresale muy poco del estroma ovárico en comparación con la del ganado *Bos taurus*.<sup>6,27</sup> Por lo tanto, la discrepancia encontrada entre el número de animales detectados en celo y lo que se calculó (49.1%), de acuerdo con los resultados de la palpación rectal, pudo ser consecuencia de errores en la identificación del cuerpo lúteo. Sin embargo, es importante destacar que el porcentaje de novillas observadas en celo del grupo al cual se le había detectado cuerpo lúteo fue mayor del correspondiente al grupo que carecía de tal estructura. Si bien no se cuantificaron los niveles de progesterona plasmática para determinar la actividad luteal, los resultados de la detección de celos mediante la utilización combinada de dos observaciones diarias con el trabajo de los toros equipados con marcador de barbilla, se considera que proveen una estimación confiable del inicio del estro en particular y de la actividad ovárica en general de estas novillas.

El intervalo promedio entre dos servicios consecutivos encontrado en nuestro estudio es similar a la duración del ciclo estral comunicado en la literatura para animales Cebú.<sup>28,29</sup> Galina y Arthur<sup>30</sup> en una revisión de literatura sugieren que después de haber alcanzado la pubertad (inicio de la actividad ovárica), el ciclo estral de las novillas *Bos indicus*, tiene generalmente una duración regular, lo cual concuerda con los resultados de la presente investigación. Sin embargo, Plasse *et al.*<sup>6</sup> encontraron una variación entre 14 y 28 días en la longitud del ciclo estral, la cual fue atribuida por los autores al intenso frío predominante en la región durante el periodo que se realizó dicho estudio. Para el presente caso tal variación no fue observada y constituye una evidencia de la duración regular de los ciclos estrales de las novillas incluidas en los programas de inseminación artificial.

Los porcentajes de concepción a primero y segundo servicios y total después de dos servicios indican una

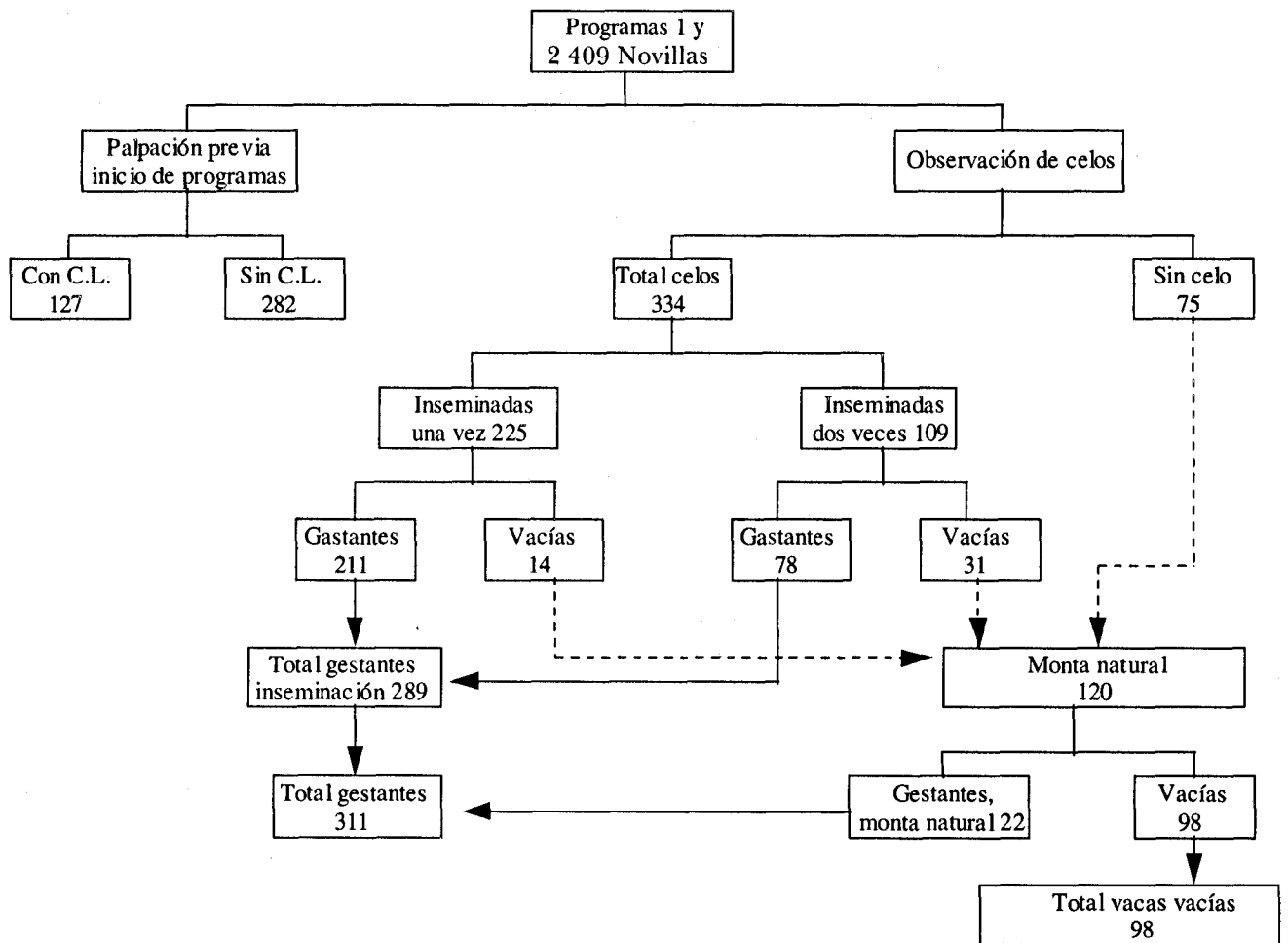


Figura 5. Flujo de información con eventos reproductivos.

eficiente tasa reproductiva, sobre todo si se tiene en cuenta que varios autores<sup>31, 32, 33</sup> consignan porcentajes que oscilan entre 29% y 51.6% al primer servicio para hatos cebú comerciales. Si bien los porcentajes anteriores fueron encontrados en animales adultos con uno y más partos, Da Rosa *et al.*<sup>34</sup> consignan que el porcentaje de concepción general en un hato de novillas de la raza Nelore en Brasil, fue de 62.1% después de un periodo de servicios de 90 días. Aunque estos autores no se refieren a los porcentajes de concepción al primero y segundo servicios, se puede inferir del resultado general que tales porcentajes fueron bajos. Sin embargo, 86% de concepción posiblemente esté influenciado por factores externos al programa de inseminación artificial; por ejemplo, la utilización de la monta natural al final de los programas.

En el presente estudio el porcentaje de concepción al primero servicio fue similar al segundo, en concordancia con lo señalado por Landivar *et al.*,<sup>31</sup> y Segura *et al.*<sup>33</sup> Sin embargo, Camacho *et al.*,<sup>35</sup> en un trabajo realizado en la provincia de Guanacaste, Costa Rica, con ganado Brahman, indican que el porcentaje de concepción al primero servicio fue mayor del correspondiente al segundo.

La diferencia encontrada en el porcentaje de concepción entre el primero y segundo servicios del programa 2, en las novillas nacidas durante 1990 y 1991, representa un problema complejo, ya que pudo ser causado por una serie de factores; por ejemplo, el manejo deficiente de la técnica de inseminación al principio del programa, lo cual sugiere que el inseminador pierde destreza al estar dedicado a otras labores entre el inicio de un programa y otro. Respalda esta idea el hecho de que 24 de las 53 novillas que presentaron celo nacidas en 1990, tuvieron un segundo servicio después del cual el porcentaje de concepción fue considerablemente alto (79.1). De manera similar, en las nacidas en 1991, 40 de las 108 novillas que presentaron celo, tuvieron un segundo servicio y el porcentaje de concepción correspondiente fue de 80. Plasse *et al.*<sup>6</sup> y recientemente Holroyd *et al.*<sup>19</sup> han consignado la ocurrencia de ciclos anovulatorios en novillas Brahman y sus cruces. De manera que, el bajo porcentaje de concepción antes citado pudo ser también debido a celos anovulatorios o a inseminaciones realizadas fuera del tiempo apropiado en relación con la ovulación, ya que Randel<sup>36</sup> indica que las novillas Brahman ovularon en menos tiempo (10 horas) después del inicio del estro



que las novillas cruzadas Brahman × Hereford y Hereford. Además, se ha comunicado que el comportamiento de imitación parece ser un rasgo importante en la manifestación de la conducta estral del ganado Cebú.<sup>11, 12, 14, 15</sup> Por tal razón, se puede pensar, que algunas novillas fueron inseminadas cuando no estaban en estro verdadero sino mostrando posiblemente conducta de imitación.

El porcentaje de concepción de inseminación artificial más monta natural, fue similar al que se obtuvo solamente con la inseminación artificial, lo cual puede ser atribuido a problemas de fertilidad en las novillas, ya que algunas de las que fueron servidas por monta natural habían sido inseminadas dos veces artificialmente y otras pertenecían al grupo que no fue detectado en celo durante la temporada de inseminación artificial. Sin embargo, debido a que la fertilidad es una característica limitada por ambos sexos participantes en el proceso, es lógico pensar que también pudo deberse a una baja fertilidad de los toros. Ahora bien, las 22 gestaciones diagnosticadas como resultado de la monta natural, significan un incremento en el número de terneros, si concluyen en partos normales, que obviamente no se tendrían si sólo se hubiera usado la inseminación artificial.

Si bien al introducir la monta natural no hubo un incremento notorio del porcentaje de concepción, es importante destacar que el porcentaje de preñez se incrementó significativamente, ya que este parámetro, a diferencia del anterior, involucra a toda la población y no solamente a la inseminada en forma artificial o natural. De todas maneras se logra el propósito fundamental de alcanzar la máxima eficiencia reproductiva del hato, puesto que se reduce el número de hembras no gestantes al final de la temporada de servicios. El porcentaje de preñez de inseminación artificial sin servicio natural es similar al comunicado por Castellanos *et al.*<sup>17</sup> quienes encontraron 75% en novillas Cebú suplementadas 45 días antes y 30 días después de la temporada de servicios. Sin embargo, el porcentaje de preñez de inseminación artificial más monta natural es inferior al comunicado por Plasse,<sup>9</sup> quien en un estudio realizado en hatos Cebú comercial en los llanos venezolanos, consigna que el porcentaje de preñez fue en promedio de 88%. Sin embargo, es superior a los resultados de Bastidas y Verde,<sup>37</sup> quienes obtuvieron 68.6% de preñez con el uso estratégico de la inseminación artificial más la monta natural. Se han comunicado variaciones en cuanto al porcentaje de preñez entre hatos, atribuibles sobre todo a factores relacionados con el ambiente, tales como la nutrición, clima, enfermedades y sistemas de manejo.

Por tal motivo, es importante destacar que los porcentajes comunicados por Plasse<sup>9</sup> se refieren a los últimos años de un prolongado proceso de asesoramiento, a fincas que en forma gradual han mejorado la utilización de los pastos, la oferta de minerales, las medidas sanitarias y la selección de las novillas de reemplazo.

El número de servicios por concepción de las novillas gestantes según Fetrow *et al.*,<sup>38</sup> concuerda con los consignados por Anta *et al.*,<sup>18</sup> García *et al.*<sup>32</sup> y Plasse *et al.*<sup>39</sup> y están comprendidos entre los valores económicamente aceptables para este factor, pues Mukasa-Mugerwa<sup>40</sup> y Plasse<sup>41</sup> afirman que en las explotaciones ganaderas que se manejan adecuadamente el número de servicios por concepción no debe ser mayor a 2.

Estos resultados respaldan nuestra conjetura de que la detección de celos fue efectiva, ya que el número de servicios por concepción es satisfactorio.

## Referencias

- Galina CS, Arthur GH. Review of cattle reproduction in the tropics. 6. The male. *Anim Breed Abstr* 1991;59:403-412.
- Beck E. La inseminación artificial en países tropicales. Situación actual y perspectivas. Seminario Centroamericano Sobre Reproducción y Mejoramiento Bovino; 1987 septiembre 15-18; Tegucigalpa, Honduras. Tegucigalpa, Honduras: Asociación Hondureña de Producción Animal, 1987:180-185.
- Plasse D. Uso estratégico de la inseminación artificial en programas genéticos de bovinos de carne en Venezuela. Manual de mejoramiento genético del ganado de carne en el trópico. Heredia (Costa Rica): Convenio Costarricense-Alemán, 1992:191-216.
- Hardin DR, Warnick AC, Wise TH, Schultz RH, Fields MJ. Artificial insemination of sub-tropical commercial beef cattle following synchronization with cloprostenol (ICI 80996): I. Fertility. *Theriogenology* 1980;14:249-258.
- Galina CS, Arthur GH. Review of cattle reproduction in the tropic 4. Oestrous cycles. *Anim Breed Abstr* 1990;58:697-707.
- Plasse D, Warnick AC, Koger M. Reproductive behaviour of *Bos indicus* females in a subtropical environment. IV. Length of oestrous cycle, duration of oestrous, time of ovulation fertilization and embryo survival in grade Brahman heifers. *J Anim Sci*, 1970;30:63-72.
- Zakari AY, Molokwu ECI, Osori DIK. Effect of season on the oestrous cycle of cows (*Bos indicus*) indigenous to northern Nigeria. *Vet Rec* 1981;109:213-215.
- Galina CS, Calderón A, McCloskey M. Detection of signs of estrus in the Charolais cow and its Brahman cross under continuous observation. *Theriogenology* 1982;17:485-498.
- Orihuela A, Galina CS, Escobar FJ, Riquelme E. Estrous behaviour following prostaglandin F2 $\alpha$  injection in Zebu cattle under continuous observation. *Theriogenology* 1983;19:795-809.
- Voh A, Odeyipe EO, Buvanendran V, Kumi-Diaka J. Estrous response of indigenous Nigerian Zebu cows after prostaglandin F2 alpha analogue treatment under continuous observations for two seasons. *Theriogenology* 1987;28:77-99.
- McGuire WJ, Larson RL, Kiracofe GH. Syncro-mate B induces estrus in ovariectomized cows and heifers. *Theriogenology* 1990;34:33-37.
- Gutierrez C, Galina CS, Rubio I. The influence of the social structure of a Zebu herd on the manifestation of signs of oestrus. *World Rev Ann Prod* 1993;44:10-20.
- Appleyard WT, Cook B. The detection of oestrus in dairy cattle. *Vet Rec* 1976;99:253-256.
- Medrano EA, Hernandez O, Lamothe C, Galina CS. Evidence of asynchrony in the onset of oestrous signs in Zebu cattle following Syncromate B treatment. *Res Vet Sci* 1996;60:51-54.
- Lamothe C, Monti F, Fredriksson G, Galina CS. Reproductive performance of Zebu cattle in Mexico. Influence of

- season and social interaction on the timing of expressed estrus. *Trop Agric (Trinidad)* 1995;10:1-10.
16. Barrantes J, Liao A, Rosales A. Atlas climatológico de Costa Rica. San José (CR): Ministerio de Agricultura y Ganadería 1985:15-21.
  17. Castellanos AG, Martínez A, Rubio I. Efecto del nivel de suplementación en la fertilidad de un hato de novillonas Brahman. *Boletín Informativo* 1992. Martínez de la Torre, Veracruz: Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical, 1992.
  18. Anta E, Rivera JA, Galina C, Porras A, Zarco L. Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos. II. Parámetros reproductivos. *Vet Méx* 1989;20:11-18.
  19. Holroyd RG, Entwistle KW, Shepherd RK. Effects on reproduction of estrous cycle variations, rectal temperatures and liveweights in mated Brahman cross heifers. *Theriogenology* 1993;40:453-464.
  20. Galina CS, Murcia C, Beatty A, Navarro-Fierro R, Porras A. Reproductive performance of Zebu cattle in Mexico using artificial insemination. Proceedings of the Regional Network for Improving the Reproductive Management of Meat and Milk-Producing Livestock in Latin America with the Aid of Radioimmunoassay Techniques: 1990 septiembre 19-23; Bogotá, Colombia. Viena, Austria: Agencia Internacional de Energía Atómica, 1990:213-220.
  21. Solano R, Caral J, Martínez C, Tarrero R. Distribución, duración y detección del estro en el ganado bovino. Momento de la ovulación. *Rev Cub Reprod Anim* 1982;8:69-82.
  22. Orihuela A, Galina CS, Duchateau A. Behavioural patterns of Zebu bulls towards cows previously synchronized with prostaglandin F2 $\alpha$ . *Appl Anim Beh Sci* 1988;28:267-276.
  23. Deutscher GH. Estrus synchronization for beef cattle. *Mod Vet Pract* 1987;68:288-292.
  24. Turner TB, Peterson GA, Davis ME, Wilson GR, Irvin KM, Forry JTT. Synchronization of estrus in beef % cows and heifers with fenprostalene, cloprostenol sodium, and prostaglandin F2 $\alpha$ . *Theriogenology* 1987;28:15-24.
  25. Pathiraja N, Odeyipe EO, Vohjr AA, Dawda PM. Accuracy of rectal palpation in the diagnosis of *corpora lutea* in Zebu cows. *Br Vet J* 1986;142:467-471.
  26. Aguilar A, Galina CS, Hummel J. Estudio morfológico comparativo de los ovarios de la vaca Cebú y vaca Holstein. *Vet Méx* 1983;14:133-136.
  27. Alberro M. Comparative performance of F1 Friesian  $\times$  Zebu heifers in Ethiopia. *Anim Prod* 1983;37:247-252.
  28. Mattoni M, Mukasa-Mugerwa E, Cecchini G, Sovani S. The reproductive performance of East African Zebu (*Bos indicus*) cattle in Ethiopia. I. Estrous cycle length, duration, behaviour and ovulation. *Theriogenology* 1988;30:961-970.
  29. Bolaños JM, Molina JR. Uterine involution and resumption of ovarian activity in *Bos indicus* following parturition. *Cienc Vet (Costa Rica)* 1993;15:17-22.
  30. Galina CS, Arthur GH. Review of cattle reproduction in the tropics. Part I. Puberty and age at first calving. *Anim Breed Abstr* 1989;57:583-590.
  31. Landivar C, Galina CS, Duchateau A, Navarro-Fierro R. Fertility trial in Zebu cattle after a natural or controlled estrus with prostaglandin F2 alpha, comparing natural mating with artificial insemination. *Theriogenology* 1985;23:421-429.
  32. García M, Huanca W, Echevarria L. Reproductive performance of purebred and crossbred Zebu cattle under artificial insemination in the Amazon Tropic. In: García M, editor. On the reproductive efficiency of pure and crossbred Zebu cattle in the Amazon Basin on Peru. Upsala (Sweden): University of Agricultural Sciences, 1988:1-20.
  33. Segura V, Rodríguez O, Segura J. Factores que modifican la fertilidad en hembras Cebú y encastadas con europeo, bajo un programa de inseminación en el trópico. *Téc Pecú Méx* 1989;27:129-136.
  34. Da Rosa GO, Thimoteo-Lobreiro JC, Nunes-Dode MA. Desempenho reproductivo de femeas zebuinas. *Zootecnia* 1988;26:219-236.
  35. Camacho J, Chan T, Arroyo R, Blanco F. Indices reproductivos de un rebaño Brahman en un programa de inseminación artificial. *Cien Vet (Costa Rica)* 1985;7:83-86.
  36. Randel D. LH and ovulation in Brahman, Brahman  $\times$  Hereford and Hereford heifers. *J Anim Sci* 1976;43:300 (Abstr).
  37. Bastidas MPS, Verde SOG. Factores que afectan la concepción y edad a primer parto en novillas *Bos indicus*. ALPA Memorias 1981 s/f; Santo Domingo República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana: Asociación Latinoamericana de Producción Animal, 1981;16:123.
  38. Fetrow J. Calculating selected reproductive indices: recommendations of the American Association of Bovine Practitioners. *J Dairy Sci* 1990;73:78-90.
  39. Plasse D, Bauer B, Verde O, Aragunde M. Influencias genéticas y ambientales sobre la eficiencia reproductiva de vacas criollas Cebú y sus cruza. ALPA Memorias 1975 s/f; México (DF). México (DF): Asociación Latinoamericana de Producción Animal, 1975;10:57-73.
  40. Mukasa-Mugerwa E. A review of reproductive performance of female *Bos indicus* (Zebu) cattle. ILCA Monograph 6. Addis Abeba, (Ethiopia): International Livestock Centre for Africa, 1989.
  41. Plasse, D. Caracteres de importancia por considerar en un programa genético de ganado de carne. En: Manual de mejoramiento genético del ganado de carne en el trópico s/e (Convenio Costarricense-Alemán). San José Costa Rica: Heredia, 1992;49-83.