

Presentación de estros en hembras bovinas receptoras en una estación de transferencia de embriones. I. predicción

Reynaldo Pérez Lastre¹, Roberto Vázquez Montes de Oca², José Alberto Bertot Valdés³.

¹Estación de Transferencia de Embriones Desembarco del Granma, Empresa Pecuaria Genética Rescate de Sanguily, Jimaguayú, Camagüey.

Departamentos de Morfofisiología² y Veterinaria³, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Camagüey, Cuba.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar su asociación y establecer el modelo de mejor ajuste para la predicción de la probabilidad de presentación de estros, se evaluaron mediante regresión logística binomial el número de ciclos, cruce, año, bimestre y average de presentación de celo durante el periodo comprendido entre agosto de 2001 e igual mes de 2003. Se valoraron 2 622 ciclos estrales de 80 receptoras de los cruzamientos Mestizo Simmental (n=23) y Mestizo Holstein (n=57) ubicadas en una Estación de Transferencia de Embriones del municipio Jimaguayú en la provincia de Camagüey, Cuba. De los cinco modelos empleados, el mejor ajuste: 74.9 % de predicciones correctas, se logró con las variables average de presentación de celo, cruzamiento, ciclo y bimestre (Modelo 1). El average de presentación de celo en todos los modelos en que fue utilizado (1 y 4) fue la variable de mayor aporte, lo que evidencia su importancia. Se recomienda extender esta metodología a otras estaciones del país y en hembras que se encuentren ciclando pertenecientes a rebaños lecheros en los que exista una adecuada organización de la detección del estro.

PALABRAS CLAVE: Detección del estro, transferencia de embriones, receptoras, regresión logística.

Abstract

As a way to determine estral cycles associations and find out a suitable model to predict the probability of estrus occurrence, a binomial logistic regression was used to assess cycle number, crossings, year, bimester, and estrus occurrence average from August 2001 to that same month (n=23) and creole Holstein (n=57) female bovine recipients were assessed at the Embryo Transfer Station in Jimaguayú municipality, Camaguey province, Cuba. Out of the five models applied, the most suitable for predictions (74,9% correct ones) was obtained by the following variables: estrus occurrence average, crossings, estrual cycle, and bimester (Model 1). The first variable contributed the most in every model applied (1 and 4), proving its significance. Therefore, this methodology should be put into practice with estrual females from dairy cattle herds having a well-organizational estrus detection at other embryo transfer station along the country.

KEY WORDS: Estrus detection, embryo transfer, recipients, logistic regression.

INTRODUCCION

La correcta evaluación del estro en las receptoras, es el primer factor determinante en la aplicación de la transferencia de embriones (TE). Hay elementos esenciales que debemos

incluir para lograr un correcto manejo de receptoras y que están relacionados entre sí; entre ellos podemos mencionar el genotipo, status fisiológico, nutrición, estrés y el método que se emplee de detección de celo (Broadbent et al.1999). Por tanto para lograr un correcto trabajo en una Estación de transferencia de embriones, un tema que es necesario abordar, es el relacionado con la forma más apropiada de disponer de hembras receptoras con su ciclo sincronizado, para que coincida con el de la hembra donante o con la edad del embrión que le va a ser transferido; por tanto, si se logra predecir la probabilidad de presentación de celos, a partir de factores individuales y ambientales, será posible conocer la disponibilidad diaria de hembras en celo aptas para ser transferidas con embriones. En consecuencia, los objetivos del presente trabajo fueron determinar la magnitud de la influencia de las variables ciclo estral, average de presentación de celos, cruzamiento y época del año sobre la probabilidad de presentación de celo en hembras receptoras de embriones y establecer el modelo de mejor ajuste para la predicción de la presentación de celo, con la información disponible, que permita una mejor planificación de la actividad de transferencia de embriones.

MATERIALES Y METODOS

Durante el periodo comprendido entre los meses agosto del 2001 y agosto del 2003, se obtuvieron los datos reproductivos de 80 hembras bovinas, de los cruzamientos mestizos Simmental (n=23) y mestizos Holstein (n=57) con edad promedio de 3-5 años, ubicadas en la Estación de Transferencia de Embriones Desembarco del Granma perteneciente a la Empresa Pecuaria Genética Rescate de Sanguily del municipio Jimaguayú en la provincia de Camagüey, donde se utilizan como receptoras de embriones clonados o de Fertilización in Vitro (FIV). La alimentación consistió en pastos naturales, guinea (*Panicum maximum*) y agua ad-libitum. El manejo se realizó de acuerdo con las normas establecidas por el Ministerio de la Agricultura y la Empresa de Inseminación Artificial.

Todas estas hembras presentaban un buen estado de salud con adecuado desarrollo del aparato genital, y apropiada permeabilidad cervical y la condición corporal superior a 2.5 en la escala de 5.

La detección del estro se realizó por un montero-celador en un área habilitada para tales fines, siguiendo las recomendaciones sugeridas para la observación visual por diversos autores (Holy, 1987; Senger, 1994; O Connor, 1994 y Gray y Varner, 2000), se observó el rebaño dos veces al día, en horas tempranas de la mañana (6-8 a.m.) y horas frescas de la tarde (4-6 p.m.). La detección se basó en los síntomas externos tomando como signo primario y más importante, el de mantenerse en posición de estación cuando era montada por otras vacas. En ese periodo se dejan montar entre 3 y 140 veces (Allrich, 1994).

Se controló el mes, bimestre, trimestre, época del año (lluvia: mayo a octubre y seca: noviembre a abril), año, cruzamiento, número del ciclo estral registrado y edad de cada hembra en el momento del registro de cada celo. Se realizó el cálculo del average de presentación de celo (APC) que consistió en la determinación de la cantidad real de celos presentados del total posible, considerando que debía presentar uno cada 21 días como promedio (rango de 17-24 días), por lo que cada hembra debió presentar 17,4 celos en el transcurso de un año.

Teniendo en cuenta la significación estadística de cada una de las variables iniciales, y después de varias corridas se decidió excluir al año y la edad de la hembra, y centrar los análisis en la influencia del ciclo, cruzamiento, bimestre y APC sobre la presentación de celo.

Descripción de las variables utilizadas en los análisis

Ciclo. Esta variable fue utilizada de dos formas: como el número de ciclos registrados consecutivamente durante dos años (1...n) o como ciclo modificado (ciclmodi) codificándolo en tres categorías: 1 y 2 para los ciclos 1 y 2 y del tercer ciclo en adelante la categoría 3.

Cruzamiento: mestizo Holstein =1 y mestizo Simmental =2.

Bimestre: bimestre natural (1.....6.)

Presentación de celo. Variable binomial (0=No, 1=Si).

Average de presentación de celo (APC): conjunto de los celos presentados en relación con los posibles, considerando una ciclicidad normal. Durante el periodo analizado el ciclo dura como promedio 21 días (17 a 24 días) tanto para las vacas como para las novillas.

Se utilizó como procedimiento analítico la regresión logística binomial con el modelo matemático general siguiente:

$$p(Y = 1) = \frac{1}{1 + \exp(-\alpha - B_1X_1 - \dots - B_nX_n)}$$

Donde

P (y=1): Presentación de celo

α :: Constante

B_i : Coeficiente

X_i : Variable explicativa (ciclo, cruzamiento, APC y bimestre).

A partir de los 2 622 datos computados, se realizaron las corridas de cinco modelos que incluyó a la presentación de celo como variable dependiente (Tabla 1). Para evaluar la eficiencia de la prueba utilizada se utilizaron las curvas ROC (Receiving Operating Characteristic). Todos los análisis se realizaron empleando el paquete estadístico SPSS versión 10.0 (1999).

RESULTADOS Y DISCUSION

Cualquier error en la detección del celo, influye negativamente en la eficiencia de la transferencia, incluyendo las pérdidas económicas debido al alto costo del embrión que se va a transferir.

La regresión logística es un procedimiento de gran difusión en las ciencias de la salud (Silva, 1995) por las posibilidades que ofrece para el pronóstico, en estudios relacionados con la producción animal. Resulta notable el conducido por Buckley et al. (2003) para el establecimiento de las relaciones entre la producción de leche, la condición corporal, el peso vivo y el comportamiento reproductivo en vacas Holstein.

En el presente trabajo durante las primeras corridas fueron eliminadas las variables edad y año por carecer de significación estadística, lo que refleja que no existieron diferencias en el fisiologismo de estos animales. Aunque la edad de la receptora es de vital importancia, no hay coincidencia entre los autores en el criterio de si es mejor una vaca que una novilla (King et al. 1985). Con relación al año se infiere que en el periodo evaluado, el trabajo de la estación mantuvo una estabilidad con relación a la actividad de detección del celo.

Como resultado de los cinco modelos de regresión logística desarrollados pudo apreciarse que los más efectivos, en cuanto a predicciones correctas, fueron el 1 (74,9 %) y el 4 (73,8 %) lo que evidencia la dependencia de la presentación del celo de los grupos de variables empleados.

En las Tablas 2 y 3 se observan las asociaciones entre APC, ciclo, cruce y bimestre (Modelo 1) y ciclo, bimestre y cruce (Modelo 2) con la presentación de celo. Todas las variables independientes utilizadas ejercieron efectos significativos; se destaca el efecto del APC y los

odds ratio alcanzados para los bimestres 3 (1 087) y 4 (2 496) en el modelo 1, mientras que en el modelo 2, en el que se excluyó al APC, aunque fueron significativos el ciclo y el bimestre, sólo se destacó el odds ratio para el bimestre 4 (2,472).

Al sustituir la variable ciclo por el ciclo modificado (Tablas 4 y 5) se ratificó el efecto significativo del APC y de las variables ciclo modificado, cruce y bimestre (Modelo 4) y de todas, excluyendo al APC (Modelo 5). En ambos modelos pueden apreciarse los odds ratios para ciclo modificado 1 de 9 375 y 2 921 y de 4 421 y 2 549 para ciclo modificado 2 para los modelos 4 y 5, respectivamente.

Los análisis demostraron la dependencia de la presentación del celo del cruzamiento, sólo en los modelos 1 y 4, al incluir a todas las variables; los odds ratio alcanzaron valores de 0,275 y 0,311 respectivamente para el cruzamiento 1 con respecto al 2 en la presentación de celo. Esto puede explicarse de acuerdo con Caral y Holy (1988) por el vigor híbrido expresado en términos de precocidad, fertilidad, facilidad en la detección de celo y resistencia a enfermedades anémicas y habilidad materna de las hembras mestizas Holstein..

Es conocido, a partir de los trabajos realizados por Bonachea, Sara (1981) que en las condiciones de Cuba se afecta el comportamiento sexual de las vacas Holstein por efecto de las altas temperaturas lo que no se manifestó en la muestra evaluada debido al mestizaje con ganado Cebú, que le aportó a esas hembras la rusticidad y resistencia a las condiciones ambientales adversas.

En los Modelos 1, 2, 4 y 5 se pudo apreciar el aporte del ciclo en las dos variantes empleadas; se destaca la importancia de los dos primeros ciclos en la determinación de la presentación de celo lo que se manifestó con mayor claridad en los Modelos 4 y 5, en los que se utilizaron tres categorías y se observaron los mayores odds ratios. Esto destaca la importancia del control y registro de los ciclos desde que la hembra comienza a manifestar la actividad estral, pues constituye la base de cualquier programa de detección visual de celo. Este resultado indica claramente, que cuando no se detectan los dos primeros celos de la hembra, además de perder los ciclos como tal para la transferencia, no es posible llevar un control sistemático de la ciclicidad estral, lo que también se requiere para cualquier tratamiento de sincronización.

El bimestre (Modelos 1, 2, 4 y 5) se asoció significativamente con la presentación de celo con los mayores odds ratios para el 4 con 2 496 y 2 472 en los Modelos 1 y 2 respectivamente y el bimestre 5 con odds ratios de 0,449 y 0,325 en los Modelos 4 y 5 respectivamente. Estos resultados coinciden con diversos trabajos desarrollados en el país (Iglesias, 1977 y 1978; Vázquez et al. 1986a y 1986b) en los que se ha reiterado que en la época lluviosa (mayo a octubre) mejora el comportamiento reproductivo debido a la mayor disponibilidad de alimentos. De modo general, en las regiones tropicales y subtropicales la eficiencia de la reproducción del bovino sufre modificaciones cíclicas asociadas con los cambios climáticos (Marcinkowski 2002). En las condiciones de Camagüey diversas investigaciones (Vázquez et al. 1986a y 1986b) han confirmado la influencia del genotipo sobre el comportamiento reproductivo de las hembras bovinas.

Morales et al. (1990) en la época de sequía, demostraron que una disminución en la retroalimentación positiva de los estrógenos afectó la liberación de LH, lo que pudiera explicar la baja tasa de presentación de estros en los bimestres 2 y 5. En este último bimestre, aunque enmarcado en el período lluvioso, debe considerarse la prolongada sequía que ha afectado a la provincia en los últimos años.

Pudo destacarse la importancia del APC en la determinación de la presentación del celo en todos los modelos en que fue utilizado (1 y 4), que fue la variable de mayor aporte, al igual que cuando se utilizó como única variable independiente (Tabla 6).

Este resultado permite definir al APC como una herramienta práctica de elevada confiabilidad para el pronóstico de la presentación del celo, pues para su cálculo no se requiere de ningún conocimiento especial, sólo el registro riguroso de cada celo presentado por el animal.

Con vistas a determinar la eficiencia global de las regresiones, se construyeron curvas ROC para todos los modelos, ya que permiten realizar una evaluación de la eficiencia global de las pruebas, pues incluye a todos los puntos de corte para cualquier muestra de la población.

Estos resultados, con los por cientos de clasificaciones correctas y los R^2 de cada modelo, fueron utilizados de conjunto para seleccionar el modelo que ofreciera mejores posibilidades en la predicción de la presentación del celo. Como puede apreciarse en la Tabla 7, los Modelos 1 y 4, en los que se incluyeron todas las variables, fueron los mejores, lo que indica que puede utilizarse cualquiera de las dos variantes empleadas en la categorización del ciclo y resalta la importancia del aporte del APC.

Se destacaron los ciclos 1 y 2 cuando se utilizaron todas las variables. Como en el primer modelo, a partir del tercer ciclo, los odds ratio no fueron significativos. Se consideró que no eran necesarios los datos detallados de cada uno de ellos y resultaba más evidente la interpretación al recodificarlos para destacar la importancia de los primeros ciclos, aunque este modelo en el ciclo modificado, no fue el mejor en cuanto a R^2 , por ciento de predicciones correctas y área bajo la curva ROC.

CONCLUSIONES

1. Se establecieron, mediante regresión logística binominal, modelos para la predicción de la presentación de celo en un rebaño de hembras receptoras de embriones. Los mejores ajustes se lograron con la inclusión del APC (average de presentación de celo), tanto cuando se empleó el ciclo normal (Modelo 1) como cuando esa variable fue categorizada en tres niveles (Modelo 4) con 74.9% y 73.8 % de predicciones correctas respectivamente, pero el Modelo 1 alcanzó la mayor eficiencia predictiva (área bajo la curva ROC = 0.805) lo que reafirma la utilidad de esta técnica para calcular el éxito global de la presentación de celo en un programa de transferencia.
2. No se apreciaron influencias significativas sobre la presentación de celo de la edad, ni del año, sobre la presentación del celo. Esto último demostró la estabilidad del trabajo de la estación de transferencia de embriones en Camagüey a lo largo del periodo evaluado.

REFERENCIAS

- ALLRICH, R.D.: Symposium: Estrous, new devices and monitoring endocrine and neural control of estrus in dairy cows. *J.Dairy Sci*, 77(9): 2738-2744. 1994.
- BONACHEA, SARA.: Efectos de los factores climáticos sobre la fertilidad de la vaca Holstein. *Rev Cub. de Reprod Anim*, 7(2):49-59, 1981.
- BROADBENT, P; DOLMAN, D; FRANKLIN, M AND R JONES, R.: Synchronization of estrous in embryo transfer recipients after using a combination of PRID or CRID-B plus PF2 α . *Theriogenology*, 39, 1055-1065, 1999.
- BUCKLEY, F; O'SULLIVAN, K; MEE, J. F; EVANS, D AND DILLON, O.: Relationships among milk yield, body condition, cow weight and reproduction in spring calved Holstein-Friesians. *J.Dairy Sci*, 86 (7): 2308-2319, 2003.

- CARAL, J Y HOLY, L.: Algunas consideraciones sobre la transferencia de embriones y su aplicación en la explotación del ganado bovino. Transferencia de embriones. CIMA. La Habana . Cuba, 1988.
- GRAY, H. G AND VARNER, M. A.: "Signs of Estrus and Improving Detection of Estrus in Cattle" I R M –6. University of Rhode Island and University of Maryland USA, 2000.
- HOLY, L.: Biología de la reproducción bovina. Ed. Científico Técnica. La Habana. Cuba. 1987.
- IGLESIAS, C.: Influencias de la época del año; sexo de la cría y el mes del parto sobre la duración de la gestación en el bovino. Rev. Cub. Reprod. Anim, 3(2):29-36, 1977.
- IGLESIAS, C.: Influencia de la época del año sobre la reproducción de las hembras bovinas de la raza F1. Rev. Cub. Reprod. Anim, 3(1): 19-22, 1978.
- KING, K. K; SEDEL, J.E AND ELDSSEN, R. P.: Bovine embryo transfer pregnancies. I. Abortion rates characteristics of calves. J.Animal Sci, 61: 747-753, 1985.
- MARCINKOWSKI, D.: Heat Detection: Problems, Evaluation and Solutions. University of Maine Cooperative Extension. (2002). Disponible en <http://www.umaine.edu/livestock/Publications/heatdet.htm> Consultada: Diciembre 2004.
- MORALES, J. R; DORA, J; MENÉNDEZ. A; IGLESIAS, C Y CHÁVEZ, H.: Resultados de los servicios de la I. A. en hembras bovinas y su relación con el medio en Cuba. Rev. Cub. Reprod. Anim, 2: 4, 1976
- O'CONNOR, M. L.: Checklist for reproductive management. College of Agricultural Science, Department of Dairy and Animal Science, The Pennsylvania State University, 1994.
- SENGER, P.L.: The estrus detection problem: new concepts, technologies, and possibilities. J Dairy Sci, 77(9):2754-61, 1994.
- SILVA, L.C.: Excursión a la regresión logística en ciencias de la salud. Cap. 15. Predicción. Ediciones Díaz de Santos S.A. p: 121-140. Madrid, España., 1995.
- SPSS versión 10.0 (1999).
- VÁZQUEZ, R; CONDE, GEORGINA Y DE LOS REYES, A.: Estudio del comportamiento reproductivo en novillas F1 (Holstein x Cebú) en condiciones de producción comercial en la provincia de Camagüey. Rev. Prod. Anim., 2(1):71-80, 1986a
- VÁZQUEZ, R; FERRADA, ESPERANZA Y DE LOS REYES, A.: Estudio del comportamiento reproductivo en hembras de primer parto del genotipo F1 (Holstein x Cebú) en condiciones de producción comercial en la provincia de Camagüey. Rev. Prod. Anim, 2(2):177-184, 1986b.

Tabla 1. Clasificación para los diferentes modelos utilizados

| Modelo | Variables Explicativas | Observado | Presentación de celo | | Porcentaje de predicciones correctas |
|----------|------------------------|-------------------------|----------------------|--------|--------------------------------------|
| | | | No (0) | Si (1) | |
| 1 | Ciclo | P Celo 0 | | | |
| | Bimestre | 1 | 373 | 181 | 67.3 |
| | APC | Porcentaje total | 477 | 1591 | 76.9 |
| | Cruzamiento | | | | 74.9 |
| 2 | Ciclo | P Celo 0 | | | 69.0 |
| | Bimestre | 1 | 382 | 172 | 54.1 |
| | APC | Porcentaje total | 949 | 1119 | 57.2 |
| | Cruzamiento | | | | |
| 3 | Ciclo | P Celo 0 | | | 63,9 |
| | Bimestre | 1 | 354 | 200 | 64.7 |
| | APC | Porcentaje total | 729 | 1339 | 64.6 |
| | Cruzamiento | | | | |
| 4 | Ciclo modificado | P Celo 0 | | | 62.8 |
| | Bimestre | 1 | 348 | 206 | 76.8 |
| | APC | Porcentaje total | 480 | 1588 | 73.8 |
| | Cruzamiento | | | | |
| 5 | Ciclo modificado | P Celo 0 | | | 51.3 |
| | Bimestre | 1 | 284 | 270 | 69.1 |
| | APC | Porcentaje total | 639 | 1429 | 65.3 |
| | Cruzamiento | | | | |

Tabla 3. Asociación del APC, ciclo, cruzamiento y bimestre con la presentación de celo (Modelo 1).

| VARIABLE S | B | Error estandar | Wald | G.L. | Sig. | Odd ratio | Intervalo de Confianza. para Odd ratio (95.0%) | |
|---------------|--------|-------------------|---------|------|------|-----------|---|---------|
| | | | | | | | Mín. | Máx. |
| APC | 4.742 | .241 | 387.303 | 1 | .000 | 114.611 | 71.474 | 183.785 |
| CICLO | | | 134.431 | 17 | .000 | | | |
| 1 | 1.119 | 1.310 | .729 | 1 | .393 | 3.061 | .235 | 39.878 |
| 2 | .398 | 1.300 | .094 | 1 | .760 | 1.489 | .116 | 19.034 |
| 3 | -.327 | 1.288 | .065 | 1 | .799 | .721 | .058 | 8.994 |
| 4 | -.633 | 1.281 | .244 | 1 | .621 | .531 | .043 | 6.544 |
| 5 | -1.080 | 1.276 | .717 | 1 | .397 | .339 | .028 | 4.138 |
| 6 | -.884 | 1.278 | .478 | 1 | .489 | .413 | .034 | 5.059 |
| 7 | -1.728 | 1.280 | 1.821 | 1 | .177 | .178 | .014 | 2.185 |
| 8 | -1.347 | 1.300 | 1.074 | 1 | .300 | .260 | .020 | 3.324 |
| 9 | -1.867 | 1.305 | 2.047 | 1 | .152 | .155 | .012 | 1.995 |
| 10 | -2.420 | 1.311 | 3.406 | 1 | .065 | .089 | .007 | 1.162 |
| 11 | -2.328 | 1.317 | 3.125 | 1 | .077 | .097 | .007 | 1.288 |
| 12 | -3.102 | 1.307 | 5.631 | 1 | .018 | .045 | .003 | .583 |
| 13 | -2.456 | 1.305 | 3.542 | 1 | .060 | .086 | .007 | 1.107 |
| 14 | -1.643 | 1.300 | 1.596 | 1 | .206 | .193 | .015 | 2.474 |
| 15 | -1.298 | 1.304 | .992 | 1 | .319 | .273 | .021 | 3.513 |
| 16 | -1.094 | 1.324 | .683 | 1 | .409 | .335 | .025 | 4.484 |
| 17 | -1.766 | 1.314 | 1.808 | 1 | .179 | .171 | .013 | 2.244 |
| RAZA (1) | -1.292 | .147 | 77.401 | 1 | .000 | .275 | .206 | .366 |
| BIMESTRE | | | 39.189 | 5 | .000 | | | |
| 1 | -.579 | .338 | 2.934 | 1 | .087 | .561 | .289 | 1.087 |
| 2 | -.903 | .246 | 13.442 | 1 | .000 | .405 | .250 | .657 |
| 3 | .083 | .267 | .097 | 1 | .756 | 1.087 | .644 | 1.834 |
| 4 | .915 | .323 | 8.032 | 1 | .005 | 2.496 | 1.326 | 4.697 |
| 5 | -.525 | .262 | 4.000 | 1 | .045 | .592 | .354 | .990 |
| Constante | .931 | 1.257 | .549 | 1 | .459 | 2.537 | | |

Tabla 3. Asociación del ciclo, cruzamiento y bimestre con la presentación de celo (Modelo 2)

| VARIABLES | B | Error estanda r | Wald | G.L. | Sig. | Odd ratio | Intervalo de Confianza. para Odd ratio (95.0%) | |
|-----------|--------|-----------------------|---------|------|------|--------------|--|-------|
| | | | | | | | Mín. | Máx. |
| CICLO | | | 103,898 | 17 | ,000 | | | |
| 1 | -,235 | 1,088 | ,047 | 1 | ,829 | ,790 | ,094 | 6,671 |
| 2 | -,385 | 1,077 | ,128 | 1 | ,721 | ,680 | ,082 | 5,623 |
| 3 | -,829 | 1,064 | ,607 | 1 | ,436 | ,436 | ,054 | 3,514 |
| 4 | -,814 | 1,060 | ,590 | 1 | ,442 | ,443 | ,055 | 3,537 |
| 5 | -1,066 | 1,056 | 1,019 | 1 | ,313 | ,344 | ,043 | 2,728 |
| 6 | -,816 | 1,057 | ,596 | 1 | ,440 | ,442 | ,056 | 3,512 |
| 7 | -1,612 | 1,059 | 2,318 | 1 | ,128 | ,199 | ,025 | 1,589 |
| 8 | -,957 | 1,078 | ,788 | 1 | ,375 | ,384 | ,046 | 3,178 |
| 9 | -1,523 | 1,082 | 1,983 | 1 | ,159 | ,218 | ,026 | 1,816 |
| 10 | -2,272 | 1,085 | 4,381 | 1 | ,036 | ,103 | ,012 | ,865 |
| 11 | -2,240 | 1,084 | 4,268 | 1 | ,039 | ,106 | ,013 | ,891 |
| 12 | -2,911 | 1,080 | 7,261 | 1 | ,007 | ,054 | ,007 | ,452 |
| 13 | -2,294 | 1,078 | 4,532 | 1 | ,033 | ,101 | ,012 | ,834 |
| 14 | -1,417 | 1,074 | 1,740 | 1 | ,187 | ,242 | ,030 | 1,990 |
| 15 | -1,007 | 1,078 | ,873 | 1 | ,350 | ,365 | ,044 | 3,022 |
| 16 | -,723 | 1,100 | ,432 | 1 | ,511 | ,486 | ,056 | 4,189 |
| 17 | -1,430 | 1,088 | 1,729 | 1 | ,189 | ,239 | ,028 | 2,017 |
| RAZA (1) | -,180 | ,121 | 2,220 | 1 | ,136 | ,835 | ,658 | 1,059 |
| BIMESTRE | | | 52,733 | 5 | ,000 | | | |
| 1 | -,523 | ,292 | 3,217 | 1 | ,073 | ,593 | ,335 | 1,050 |
| 2 | -,840 | ,212 | 15,637 | 1 | ,000 | ,432 | ,285 | ,655 |
| 3 | ,038 | ,231 | ,028 | 1 | ,868 | 1,039 | ,661 | 1,634 |
| 4 | ,905 | ,280 | 10,454 | 1 | ,001 | 2,472 | 1,428 | 4,278 |
| 5 | -,617 | ,222 | 7,698 | 1 | ,006 | ,539 | ,349 | ,834 |
| Constante | 2,856 | 1,038 | 7,577 | 1 | ,006 | 17,398 | | |

Tabla 4. Asociación del APC, ciclo modificado, cruzamiento y bimestre con la presentación de celo (Modelo 4)

| VARIABLES | B | Error estandar | Wald | G.L. | Sig. | Odd ratio | Intervalo de Confianza. para Odd ratio (95.0%) | |
|-----------|--------|-------------------|---------|------|------|-----------|---|---------|
| | | | | | | | Mín. | Máx. |
| APC | 4.465 | .219 | 416.232 | 1 | .000 | 86.937 | 56.612 | 133.506 |
| CICLMODI | | | 71.673 | 2 | .000 | | | |
| 1 | 2.238 | .291 | 59.295 | 1 | .000 | 9.375 | 5.304 | 16.572 |
| 2 | 1.486 | .259 | 32.940 | 1 | .000 | 4.421 | 2.661 | 7.344 |
| RAZA (1) | -1.170 | .139 | 70.427 | 1 | .000 | .311 | .236 | .408 |
| BIMESTRE | | | 27.817 | 5 | .000 | | | |
| 1 | -.250 | .255 | .966 | 1 | .326 | .779 | .473 | 1.282 |
| 2 | -.446 | .193 | 5.319 | 1 | .021 | .640 | .438 | .935 |
| 3 | -.090 | .204 | .194 | 1 | .659 | .914 | .612 | 1.364 |
| 4 | .034 | .210 | .026 | 1 | .872 | 1.034 | .686 | 1.560 |
| 5 | -.800 | .195 | 16.919 | 1 | .000 | .449 | .307 | .658 |
| Constante | -.268 | .194 | 1.906 | 1 | .167 | .765 | | |

Tabla 5. Asociación del ciclo modificado, cruzaamiento y bimestre con la presentación de celo (Modelo 5)

| VARIABLES | B | Error estanda r | Wald | G.L. | Sig. | Odd ratio | Intervalo de Confianza. para Odd ratio (95.0%) | |
|-----------|--------|-----------------------|---------|------|------|-----------|---|-------|
| | | | | | | | Mín. | Máx. |
| CICLMODI | | | 27,132 | 2 | ,000 | | | |
| 1 | 1,072 | ,260 | 17,003 | 1 | ,000 | 2,921 | 1,755 | 4,862 |
| 2 | ,936 | ,224 | 17,465 | 1 | ,000 | 2,549 | 1,644 | 3,953 |
| RAZA(1) | -,158 | ,118 | 1,774 | 1 | ,183 | ,854 | ,677 | 1,077 |
| BIMESTRE | | | 76,527 | 5 | ,000 | | | |
| 1 | -,555 | ,223 | 6,196 | 1 | ,013 | ,574 | ,371 | ,889 |
| 2 | -,639 | ,166 | 14,765 | 1 | ,000 | ,528 | ,381 | ,731 |
| 3 | -,112 | ,178 | ,401 | 1 | ,527 | ,894 | ,631 | 1,266 |
| 4 | ,001 | ,180 | ,000 | 1 | ,996 | 1,001 | ,703 | 1,425 |
| 5 | -1,125 | ,164 | 46,780 | 1 | ,000 | ,325 | ,235 | ,448 |
| Constante | 1,723 | ,156 | 121,391 | 1 | ,000 | 5,602 | | |

Tabla 6. Asociación del APC con la presentación de celo (Modelo 3)

| | B | Error estandar | Wald | G.L. | Sig. | Odd ratio | Intervalo de Confianza. para Odd ratio (95.0%) | |
|-----------|-------|-------------------|---------|------|------|--------------|--|--------|
| | | | | | | | Min. | Max. |
| APC | 3,529 | ,174 | 411,369 | 1 | ,000 | 34,087 | 24,238 | 47,939 |
| Constante | -,583 | ,097 | 36,134 | 1 | ,000 | ,558 | | |

Tabla 7. Resumen de las corridas realizadas con dos variantes de la variable ciclo

| Modelo | R ² | Ciclo normal | | R ² | Ciclo modificado* | |
|--------|----------------|--|---------------------------------|----------------|--|---------------------------------|
| | | Por ciento Clasificacion es correctas | Área bajo la curva ROC | | Por ciento Clasificacione s correctas | Área bajo la curva ROC |
| 1 | 0.415 | 74.9 | 0.80 | | | |
| 2 | 0.115 | 57.2 | 0.67 | - | - | - |
| 3 | 0.275 | 64.6 | 0.76 | | | |
| 4 | | | | 0.370 | 73.8 | 0.78 |
| 5 | | | | 0.065 | 65.3 | 0.63 |

Se refiere a tres categorías: ciclo 1, ciclo 2 y ciclos 3-18

*