

INDUCCIÓN Y SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO EN VAQUILLAS PREPUBERES MEDIANTE LA ADMINISTRACIÓN DE ESTROGENOS Y UN PROGESTAGENO¹

M.V.Z., M.S., PH. D. EVERARDO GONZÁLEZ PADILLA²

M.V.Z., M.S. ROBERTO RUIZ DÍAZ²

B.S., M.S., PH. D. JAMES N. WILTBANK³

Resumen

El objetivo de este experimento fue evaluar un tratamiento a base de hormonas esteroides para inducir y sincronizar el celo en vaquillas prepúberes. Para este fin, se utilizaron 158 vaquillas prepúberes Brangus, Charolais y criollas encastadas de cebú. Las vaquillas fueron divididas en dos grupos en base a la edad, raza, peso corporal y condición de los ovarios. Un grupo sirvió de testigo y el otro recibió el siguiente tratamiento: Una sola inyección intramuscular de 5 mg de valerato de estradiol más 3 mg de 19 alfa acetoxo - 11 beta - melil - nor preg 4 - ene 3, 2 diona (SC21009) y un implante subcutáneo de 6 mg de SC21009 que se retiró después de nueve días. Una vez retirado el implante, tanto el grupo testigo como el tratado se inseminaron artificialmente en un periodo de 48 días. En el lote testigo únicamente 28% de las vaquillas mostraron celo durante los primeros 25 días y un total de 38% en los 48 días. En el grupo tratado, 79% de las vaquillas mostraron celo agrupadas en un periodo de 48 horas y 84% recibieron al menos un servicio dentro de los primeros 25 días. La presentación de celos estuvo afectada por el grado de desarrollo folicular, el peso corporal, la edad y la raza de las vaquillas. No hubo diferencia en la fertilidad entre los celos normales (grupo testigo) y los inducidos (grupo tratado). Los porcentajes de preñez en los lotes testigo y tratado fueron 4 y 43 en 3 días; 11 y 58 en 25 días, 27 y 73 en 48 días, respectivamente. El tratamiento empleado parece efectivo para sincronizar e inducir estros fértiles en vaquillas prepúberes.

Existe amplia evidencia obtenida en los EE UU y Australia que indica que las vaquillas dedicadas a la producción de carne, que tienen su primer becerro alrededor de los 24 meses de edad, producen más becerros durante su vida que aquellas que paren por primera vez a los tres años de edad (Pope, 1967; Donaldson, 1968; Morrow, 1969). Asimismo, bajo condiciones de época de empadre controlada, es muy importante que las vaquillas que van al primer parto tengan su becerro al principio de la época de pariciones, ya que se ha observado que las vaquillas primerizas que paren al principio de la época de pariciones, continúan pariendo en el mismo periodo en años subsecuentes y destetan becerros con mayor peso (Burris y Priode, 1958; Short y Bellows, 1971; Lesmeister, Burfening y Blackwell, 1973). Una de las limitantes para lograr ese objetivo bajo condiciones prácticas de ha-

tos productores de carne, es que una gran proporción de las vaquillas de 14 a 18 meses no han comenzado a presentar calores al inicio de la época de empadres y por lo tanto no pueden ser cubiertas (Wiltbank, Kasson e Ingalls, 1969; Arije y Wiltbank, 1971). La edad a la presentación del primer estro en vaquillas puede ser controlada hasta cierto punto mediante prácticas adecuadas de alimentación (Wiltbank *et al.*, 1965; Crichton, Aitken y Boyne, 1959; Amir *et al.*, 1967; Short y Bellows, 1971), sin embargo, esto no es económicamente redituable bajo todas las condiciones y es necesario contar con otras alternativas como la inducción a la actividad ovárica mediante la utilización de hormonas.

La progesterona aparentemente juega un papel importante en la aparición de la pubertad en vaquillas (González-Padilla, Wiltbank y Niswender, 1974 a). Asimismo, se ha señalado que la aparición del primer cuerpo lúteo e iniciación de la actividad cíclica de los ovarios puede inducirse con inyecciones de progesterona y estradiol 17B (González-Padilla, Wiltbank y Niswender, 1974 b).

El objetivo de este estudio es el de evaluar la acción de estrógenos y un progestágeno sintético para la inducción y sincronización de un estro fértil en vaquillas prepúberes.

Recibido para su publicación el 9 de enero de 1975.

¹ Las hormonas empleadas fueron amablemente donadas por GD Searle Co., Chicago, Illinois, EE UU.

² Departamento de Reproducción Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, SAG, km 15.5 Carretera México-Toluca, México, D.F.

³ Texas Agricultural Experimental Station. Star Route 2, Box 43C Beeville, Texas 78102.

Material y métodos

El experimento se realizó en el Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora durante los meses de septiembre y octubre de 1973. Se emplearon un total de 158 vaquillas que no se habían presentado en estro por lo menos durante los 30 días previos al inicio del estudio. Las vaquillas tenían las siguientes características: 91 eran de la raza Brangus con peso corporal promedio de 263 kg (52 de 14 a 18 meses, y 39 entre 24 y 30 meses de edad); 38 de la raza Charolais con peso corporal promedio de 270 kg (33 de 14 a 18 meses y cinco entre 24 y 30 meses de edad), y 29 eran criollas encastadas de cebú con peso corporal promedio de 246 kg y edades entre 14 y 18 meses. Todas las vaquillas fueron sometidas a examen de los ovarios por vía rectal y clasificadas de acuerdo al desarrollo folicular en dos grupos: aquellas con folículos menores de 10 mm y las que tenían folículos iguales o mayores de 10 mm. En ninguna de las vaquillas utilizadas se detectó la presencia de cuerpo lúteo (CL).

Las vaquillas fueron divididas en dos grupos homogéneos usando como criterios la raza, peso corporal, edad y grado de desarrollo folicular. Posteriormente uno de estos grupos fue seleccionado al azar para servir de testigo y el otro recibió el siguiente tratamiento: Una inyección intramuscular (IM) de 5 mg de valerato de estradiol (VE) más 3 mg IM de 19 alfa acetoxo - 11 beta - metil - 19 nor preg 4 - ene 3, 2 diona (SC21009), simultáneamente con un implante subcutáneo que contenía 6 mg de SC21009. El implante fue retirado al décimo día, y de allí se inició un periodo de inseminación artificial (IA) que duró 48 días. Todas las vaquillas, tanto las tratadas como las testigos, se mantuvieron juntas en corrales y fueron sometidas al mismo manejo y alimentación hasta el final de la prueba. La detección de calores se llevó a cabo a intervalos de seis horas durante los primeros cinco días y posteriormente se hizo únicamente dos veces al día. Cada vaquilla fue inseminada artificialmente 12 horas después de que se detectó en estro. El diagnóstico de preñez se hizo 60 días después de que terminó el empadre. El análisis estadístico de los datos de presentación de celos y fertilidad se hizo mediante la prueba de Chi cuadrada.

Resultados y discusión

Los resultados del experimento indican que el tratamiento utilizado indujo un estro fértil y sincronizado en las vaquillas prepúberes. Como se muestra en el Cuadro 1: 19% de las vaquillas tratadas presentaron un estro normal dentro de las 72 horas siguientes a la extracción del implante, con una sincronización real de las vaquillas en un periodo de 48 horas, ya que la primera se detectó en calor 24 horas después de haberse retirado el implante. A los 25 días de haberse extraído el implante en el grupo tratado, únicamente 28% de los animales testigo se habían presentado en calor (Cuadro 1), en tanto que para esas fechas,

CUADRO 1

Presentación del estro y fertilidad de vaquillas prepúberes

Parámetro	Grupo testigo	Grupo tratado ^a
Número de vaquillas.	81	77
En calor después de retirar el implante (%) ^b		
0 a 3 días	6 ^c	79 ^d
0 a 25 días	28 ^c	84 ^d
0 a 48 días	38 ^c	84 ^d
Gestantes después de retirar el implante (%) ^{b,d}		
0 a 3 días	4 ^c	43 ^d
0 a 25 días	11 ^c	58 ^d
0 a 48 días	27 ^c	73 ^d
Fertilidad por servicio. ^{cd}		
1er. servicio:		
Número inseminadas	31	65
Gestantes, %	42	51
2o. servicio:		
Número inseminadas	15	28
Gestantes, %	47	57
Ser. servicio:		
Número inseminadas	3	12
Gestantes, %	67	28

^a 5 mg de EV y 3 mg de SC21009 I. M. +1 Implante subcutáneo de 6 mg de SC21009 que se dejó por 9 días.

^b El día que se sacó el implante se consideró día 0.

^c No hubo diferencias estadísticamente significativas entre lotes o servicios.

^d Porcentaje del total del grupo.

^{e, f} Para cada parámetro los valores con distinta literal son significativamente diferentes (P < 0.01).

ya se había inseminado por lo menos una vez al 84% del lote tratado. Cabe mencionar que el segundo celo en las vaquillas del lote tratado, no fue tan sincronizado como el primero, ya que las vaquillas tratadas que repitieron al primer servicio, mostraron el segundo calor agrupadas en un periodo de nueve días. Únicamente dos vaquillas del lote tratado mostraron un ciclo estral menor de 19 días; una de ellas volvió a presentarse en celo al séptimo día del celo inducido y posteriormente tuvo un ciclo normal y quedó gestante; la otra se presentó en calor al sexto día del celo inducido, se inseminó y quedó gestante en ese servicio. La fertilidad del celo inducido fue por lo menos similar a la que mostró el grupo testigo. Como se señala en el Cuadro 1, el porcentaje de preñez al primer servicio fue de 51 y 42% para el calor inducido y testigo, respectivamente ($P>0.05$); asimismo, en el lote tratado, el porcentaje de preñez en el calor inducido y el siguiente celo fueron similares estadísticamente (51% vs. 57%, $P>0.05$), lo (cual indica que el tratamiento hormonal no

provocó alteraciones nocivas perdurables en el aparato reproductor.

Ya que no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la fertilidad de los estros en los grupos testigo y tratado, las diferencias en porcentajes de preñez entre estos grupos se debieron exclusivamente al número de vaquillas que se presentó en celo. El Cuadro 1 muestra que 43% de las 77 vaquillas tratadas quedaron gestantes en un periodo de 48 horas, 58% en los primeros 25 días, y 73% al final de 48 días, en tanto que en el lote testigo únicamente el 11% de las 81 vaquillas quedó gestante en los primeros 25 días, y 27% en un total de 48 días.

Además del efecto de tratamiento, la presentación del estro fue afectada por el grado de desarrollo folicular y peso corporal al inicio del experimento, así como la edad y raza de las vaquillas.

El Cuadro 2 muestra que la condición ovárica afectó significativamente la proporción de las vaquillas del lote testigo que se mostraron en celo durante los primeros 25 y 48 días

CUADRO 2

Efecto de la condición ovárica al inicio del experimento en la presentación de calores y porcentajes de preñez en vaquillas prepúberes

Parámetro	Desarrollo folicular ^a			
	Grupo testigo		Grupo tratado	
	<10 mm	≥ 10 mm	< 10 mm	≥ 10 mm
Número de vaquilla?	26	55	26	51
En calor después de retirar el implante (%)				
0 a 3 días	0 ^d	9 ^e	69 ^f	84 ^f
0 a 25 días	11 ^d	36 ^e	77 ^f	88 ^f
0 a 48 días	19 ^d	47 ^e	77 ^f	88 ^f
Gestantes después de retirar el implante (%) ^b				
0 a 3 días	0	5	42 ^f	43 ^f
0 a 25 días	8 ^d	13 ^d	54 ^f	61 ^f
0 a 48 días	19 ^d	31 ^d	69 ^f	74 ^f
Número en anestro después de haber presentado un calor ^c	0	3 ⁽¹⁵⁾	2 ⁽¹⁰⁾	2 ⁽⁴⁾

- ^a Diagnosticado mediante palpación rectal.
^b Porcentaje del total del subgrupo de desarrollo folicular.
^c Los valores entre paréntesis representan el porcentaje en base a las vaquillas que presentaron calor dentro de los primeros 25 días del experimento.
^{d,e} Para cada parámetro los valores con distinta literal son significativamente diferentes ($P<0.05$).
^f Valores diferentes ($P<0.01$) de aquellos con literales d o e en la misma hilera.

del empadre ($P < 0.05$) ; una tendencia similar se observó en el grupo tratado (Cuadro 2). sin embargo, la diferencia no fue estadísticamente significativa ($P > 0.05$).

La interacción entre tratamiento y grado de desarrollo folicular fue altamente significativa para el número de vaquillas que presentaron estro ($P < 0.01$), indicando que el tratamiento indujo el estro, inclusive, en vaquillas con escaso desarrollo folicular. A este respecto, Arije (1969) informó que inyecciones diarias de 20 mg de progesterona más 40 µg de estradiol - 17B durante 16 días indujeron desarrollo folicular, estro, ovulación y el inicio de ciclos estrales en cuatro de siete vaquillas prepúberes que trató.

El peso corporal de las vaquillas al inicio del experimento, afectó la presentación del estro tanto en el grupo testigo como en el tratado (Cuadro 3). Una menor proporción

de las vaquillas con pesos inferiores a 260 kg fueron detectadas en estro que aquellas con pesos iniciales mayores. Esta observación concuerda con los informes que indican que el peso corporal es un factor que afecta la aparición de la pubertad en vaquillas (Wiltbank *et al*, 1966, 1969; Arije y Wiltbank, 1971; Bellows, 1968). Sin embargo, el tratamiento con esteroides fue efectivo para inducir el estro en una gran proporción de vaquillas con pesos inferiores a 260 kg.

El efecto de la edad sobre la presentación del estro se estudió únicamente en las vaquillas Brangus, ya que sólo en este grupo racial se contaba con suficiente número de animales para hacer una comparación sin tener la interferencia del efecto de raza. En el Cuadro 4 se muestra que las vaquillas mayores de 24 meses presentaron calor en mayor proporción que aquellas de 14 a 18 meses. Este efecto

CUADRO 3

Efecto del peso corporal al inicio del experimento en la presentación de calores y porcentajes de preñez

Peso, kg	Número de vaquillas	En calor, %		Gestantes. %	
		0 a 25 días	0 a 48 días	0 a 25 días	0 a 48 días
180 a 220					
Testigo	15	20 ^a	20 ^a	0 ^a	13 ^a
Tratado	11	64 ^{bc}	64 ^b	54 ^b	54 ^b
Total	26	38	38	23	31
221 a 360					
Testigo	28	14 ^a	21 ^a	3 ^a	18 ^a
Tratado	29	75 ^c	75 ^b	57 ^b	65 ^b
Total	57	44	47	30	42
261 a 300					
Testigo	26	38 ^a	50 ^b	15 ^a	27 ^a
Tratado	22	100 ^d	100 ^c	56 ^b	82 ^b
Total	48	67 ^e	73 ^e	35	52
301 a 340					
Testigo	10	50 ^b	70 ^b	30 ^a	70 ^b
Tratado	13	100 ^d	100 ^c	54 ^b	85 ^b
Total	23	78 ^e	87 ^c	43	78 ^e
>341 ^f					
Testigo	2	100	100	50	50
Tratado	2	100	100	50	100
Total	4	100	100	50	75

a, b, c, d Valores con diferente literal en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

e Valores significativamente diferentes ($P < 0.05$) de otros totales de la misma columna que no tengan literal.

f Debido al número reducido de observaciones en esta categoría, esos datos no se sometieron al análisis estadístico.

CUADRO 4

Efecto de la edad en la presentación de calores y porcentajes de preñez en vaquillas Brangus

Edad	Número de vaquillas	% En calor ^a		% Gestantes ^a	
		0 a 25 días	0 a 48 días	0 a 25 días	0 a 48 días
<i>12 a 16 meses</i>					
Testigo	28	28	36	3	25
Tratado	24	71	71	42	54
Total	52	48 ^b	52 ^b	21 ^b	38 ^b
<i>24 a 30 meses</i>					
Testigo	20	40	65	15	40
Tratado	19	100	100	63	95
Total	39	69 ^c	82 ^c	38 ^c	67 ^c

^a Las diferencias entre testigo y tratado son en todos los casos significativas (P < 0.05).
^{b, c} Los valores de los totales con distinta literal en la misma columna son significativamente diferentes (P < 0.05).

puede estar confundido con el factor peso corporal, ya que las vaquillas de más edad eran generalmente más pesadas; de cualquier forma, es interesante notar en el Cuadro 4 que el tratamiento indujo la presentación del estro dentro de los primeros 24 días en 71% de las vaquillas de 14 a 18 meses, proporción que es superior al 40% observado en las vaquillas de más de 24 meses de edad en el grupo testigo (P < 0.01).

Como se mencionó en la introducción, las vaquillas que tienen su primer becerro al inicio de la época de pariciones tienen mayor oportunidad de volver a preñarse en el empadre inmediato, ya que tendrán un descanso mayor entre el parto y el inicio del empadre siguiente. Esto es especialmente importante en primerizas que normalmente requieren más tiempo entre el parto y la aparición del primer celo que las vacas de dos o más partos (Wiltbank, 1972). De aquí, que en la programación de un hato de vacunos productores de carne, se sugiere iniciar el empadre de las vaquillas unas semanas antes del empadre del resto del hato: sin embargo, como ya se mencionó, esto resulta difícil en términos generales porque solamente una pequeña proporción de vaquillas ha comenzado a tener ciclos estrales regulares. El tratamiento que se ha descrito puede ser empleado como una medida útil de manejo para lograr este objetivo, además de facilitar la adopción de programas de I. A. ya que la sincronización del celo limita

la labor de observación de calores e inseminación a prácticamente dos días para dar al menos un servicio de I. A. a una gran proporción del hato.

Los resultados obtenidos indican que el tratamiento puede ser particularmente práctico en vaquillas que no han recibido una suplementación adecuada y en aquellas que son menos precoces, como es el caso de algunos tipos cebuinos (Reynolds, 1967, 1972). A este respecto, se observó (Cuadro 5) que ninguna

CUADRO 5

Efecto de la raza en la presentación de calores y porcentajes de preñez durante 48 días de inseminación artificial

Grupo racial	Número de vaquillas	En calor %	Gestantes %
<i>Brangus</i>			
Testigo	48	48 ^b	31 ^b
Tratado	43	84 ^c	72 ^c
<i>Charolais</i>			
Testigo	19	42 ^b	37 ^b
Tratado	19	84 ^c	74 ^c
<i>Criollo X cebú</i>			
Testigo	14	0 ^a	0 ^a
Tratado	15	87 ^c	73 ^c

^{a, b, c} Valores con distinta literal en la misma columna son significativamente diferentes (P < 0.05).

de las 14 vaquillas encastadas de cebú del lote testigo mostró signos de estro en los 48 días del estudio, en tanto que en este mismo periodo se indujo la actividad normal de los ovarios en 87% de las vaquillas encastadas de cebú del lote tratado y 73% de ellas quedaron gestantes.

El hecho de que el peso corporal afecta la respuesta al tratamiento, indica que los resultados óptimos desde el punto de vista económico, pueden obtenerse mediante una combinación de prácticas adecuadas de alimentación y tratamiento hormonal.

Con la evidencia presentada, el tratamiento que se empleó aparece efectivo al menos para acelerar los eventos finales de la aparición de la pubertad en vaquillas; sin embargo, en otras especies, como la rata, se ha sugerido que las estructuras nerviosas involucradas en el establecimiento de la liberación fásica de la hormona luteinizante no responden al estímulo de progesterona y estradiol exógenos administrados antes de 10 días de la aparición normal de la pubertad (Calgaris, Astrada y Taleisnik, 1972), de tal manera, que es posible que este tratamiento sea inefectivo administrado a vaquillas que a pesar de tener buen desarrollo corporal estén aún distantes de la fecha en que normalmente llegarían a la pubertad.

Literatura citada

- AMIR, S., J. KALI, R. VOLCANI and R. PERLAM, 1967, Early Breeding in Dairy Heifers. *Anim. Prod.*, 9:268.
- ARIJE, G.F., 1969, Puberty in Beef Heifers, *M.S. Tesis. Colorado State University*, Fort Collins, Col.
- ARIJE, G.F. and J.N. WILTBANK, 1971, Age and Weight at Puberty in Hereford Heifers. *J. Anim. Sci.*, 33:401.
- BELLOWS, R.A., 1968, Reproduction and Growth in Beef Heifers, *A.I. Digest*, January, 1968.
- BURRIS, M.J. and B.M. PRIODE, 1958, Effect of Calving date on Subsequent Calving Performance. *J. Anim. Sci.*, 17:527.
- CALGARIS, L., J.J. ASTRADA and S. TALEISNIK, 1972, Influence of Age on the Release of Luteinizing Hormone Induced by Oestrogen and Progesterone in Immature Rats, *J. Endocrinol.*, 55:97.
- CRICHTON, J.A., J.N. AITKEN and A.W. BOYNE, 1959, The Effect of Plane of Nutrition During Rearing on Growth, Production, Reproduction and Health of Dairy Cattle. *Anim. Prod.*, 1:145.
- DONALDSON, L.E., 1968, The Pattern of Pregnancies and Life-Time Productivity of Cows in a Northern Queensland Beef Cattle Herd, *Austr. Vet. J.*, 44: 493.
- GONZÁLEZ-PADILLA, E., J.N. WILTBANK and G.D. NISWENDER, 1974a, Puberty in Beef Heifers. I. The Interrelationship Between Pituitary, Hypothalamic and Ovarian Hormones, *J. Anim. Sci.* (en prensa).
- GONZÁLEZ-PADILLA, E., J.N. WILTBANK and G.D. NISWENDER, 1974b, Puberty in Beef Heifers. II. Effect of Injections of Progesterone and Estradio-17B on Serum LH, FSH. and Ovarian Activity, *J. Anim. Sci.* (en prensa).
- LESMEISTER, J.L., P.J. BURFENING and R.L. BLACKWELL, 1973, Date of First Calving in Beef Cows and Subsequent Calf Production. *J. Anim. Sci.*, 36:1.
- MORROW, D.L., 1969, Factors Affecting Beef Cow Production, *M.S. Tesis Colorado State University*. Fort Collins, Col.

Summary

The objective of this experiment was to evaluate a steroids treatment to induce and synchronize estrus in prepuberal heifers. A total of 158 Brangus, Charolais and Zebu X Criollo heifers were divided according to breed, age, body weight and ovarian status in two groups. The groups were randomly assigned as treated or controls. The treatment was as follows: one single intramuscular injection of 5 mg of estradiol valerate plus 3 mg of 19 alfa - acetoxy 11 beta - methyl 19 nor - preg 4 ene 3, 2 dione (SC21009) and one 6 mg subcutaneous implant of SC21009 that was removed nine days later. All heifers were bred A. I. for 48 days. Estrus occurrence was affected by treatment, degree of follicular development, body weight, age and breed ($P < 0.05$). The percent in heat were 6 and 79 from 0 to 3 days; 28 and 84 from 0 to 25 days; and 38 and 84 from 0 to 48 days, in the control and treated groups, respectively. Fertility was similar in the normal and induced estrus, and the pregnancy rates were 4% and 43% by three days; 11% and 58% by 25 days, and 27% and 73% by 48 days in the control and treated groups, respectively. Utilizing this treatment, it would appear possible to induce and synchronize fertile estrus in prepuberal heifers.

- POPE, L.S., 1967, Age at First Calving and Performance. *En: T. Cunha, A. Warnick y M. Koger (Ed.). Factors Affecting Calf Crop. University of Florida Press.*
- REYNOLDS, W.L., 1967, Breeds and Reproduction, *En: T. Cunha, A. Warnick y M. Koger (Ed.). Factors Affecting Calf Crop. University of Florida Press.*
- REYNOLDS, W.L., 1972, Factors Affecting Reproductive Performance in Heifers, *Proceedings 21st. and 22nd. beef cattle short course. Texas A & M, College Station, Texas.*
- SHORT, R.E. and R.A. BELLOWS, 1971, Relationships Among Weight Gains, Age at Puberty and Reproductive Performance in Heifers. *J Anim. Sci.*, 32: 127.
- WILTBANK, J.N., J. BOND, E.J. WARWICK, R.E. DAVIS, A.C. COOK, W.L. REYNOLDS and M.W. HAZEN, 1965. Influence of Total Feed and Protein Intake on Reproductive Performance in the Beef Female Through Second Calving, *USDA Tech. Bul.*, 1314.
- WILTBANK J.N., K.E. GREGORY, L.A. SWIGER, J.E. INGALLS, J.A. ROTHLSBERGER and R.M. KOCH, 1966, Effects of Heterosis on Age and Weight at Puberty in Beef Heifers, *J. Anim. Sci.*, 25:744.
- WILTBANK, J.N., C.W. KASSON and J.E. INGALLS, 1969, Puberty in Crossbred and Straightbred Beef Heifers on Two Levels of Feed, *J. Anim. Sci.* 29:602.
- WILTBANK, J.N., 1972, Management Program for Improving Reproductive Performance, *Proceedings 21st and 22nd beef cattle short course, Texas A & M. College Station, Texas.*