

PETITORIO

02 112918

Radicación : 02112918 00000000
Fecha (NID): 2002-12-12 16:59:35
Trámite : 011 PCT-PATENT 379 FASE NACI 411 PRESENTACIÓN
Dependencia: 2020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

Folios: 237

FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTE
PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL

1

SOLICITUD DE:☒ Patente de Invención.☐ Patente de Modelo de Utilidad.☐ Capítulo I.☒ Capítulo II.

2

SOLICITANTE
(71)**Nombre: XY, INC y COLORADO STATE UNIVERSITY**

sociedades constituidas y existentes bajo las leyes del Estado de Colorado Estados Unidos de América.

Dirección: 1108 North Lemay Avenue. Fort Collins, Colorado 80524, y Colorado State University Research Foundation, Room 410, 601 South Howes Street, Fort Collins, Colorado 80522, y Estados Unidos de América. Respectivamente.

Domicilio: Fort Collins, Colorado, Estados Unidos de América, Respectivamente.

IDENTIFICACION

C.C.

☐

NIT

☐

C.E.

☐Otro
Cual _____☐

Número: _____

3

REPRESENTANTE
O APODERADO**Nombre: EMILIO FERRERO**

Dirección: Carrera 4ª. No. 72-35

Teléfono: 347 38 11

Fax:: 217 92 11

E-mail: clientes@camyp.com.

Domicilio: Bogotá, Colombia.

IDENTIFICACION

C.C.

☒

NIT

☐

C.E.

☐Otro
Cual _____☐Número: 438.019 T.P. 31.929

4

INVENTOR (ES)
(72)1- Jack WHITTIER
4880 East County 64,
Wellington, Colorado 80549,
Estados Unidos de América.3- Patrick D. BURNS
931, Kingston Drive,
Fort Collins, Colorado 80525,
Estados Unidos de América.2-Barbi, A. RIGGS
229 Big Valley
Outlook, Montana 59252,
Estados Unidos de América.4- George SEIDEL
3101 Arrowhead Road
LaPorte, Colorado 80535,
Estados Unidos de América.

5

PCT (86)Solicitud Internacional No. PCT/US01/18879Publicación Internacional No. WO 01/95815 A1Fecha: 12 de junio de 2001Fecha : 20 de diciembre de 2001

6

Título (54) INTEGRACIÓN DE DESTETE PRECOZ Y USO DE SEMEN DE SEXO SELECCIONADO EN UN SISTEMA DE VAQUILLONA EN TERNERO UNICO PARA INCREMENTAR EL VALOR DE VAQUILLONAS DE NO REEMPLAZO

7

Clasificación Internacional (51) A61B 17/43

8	Prioridad SI ☒ NO ☐	(33) País de Origen	(32) Fecha	(31) Número de Solicitud
		US.	12 de junio de 2000	60/211.093
		US.	09 agosto de 2000	60/224.050

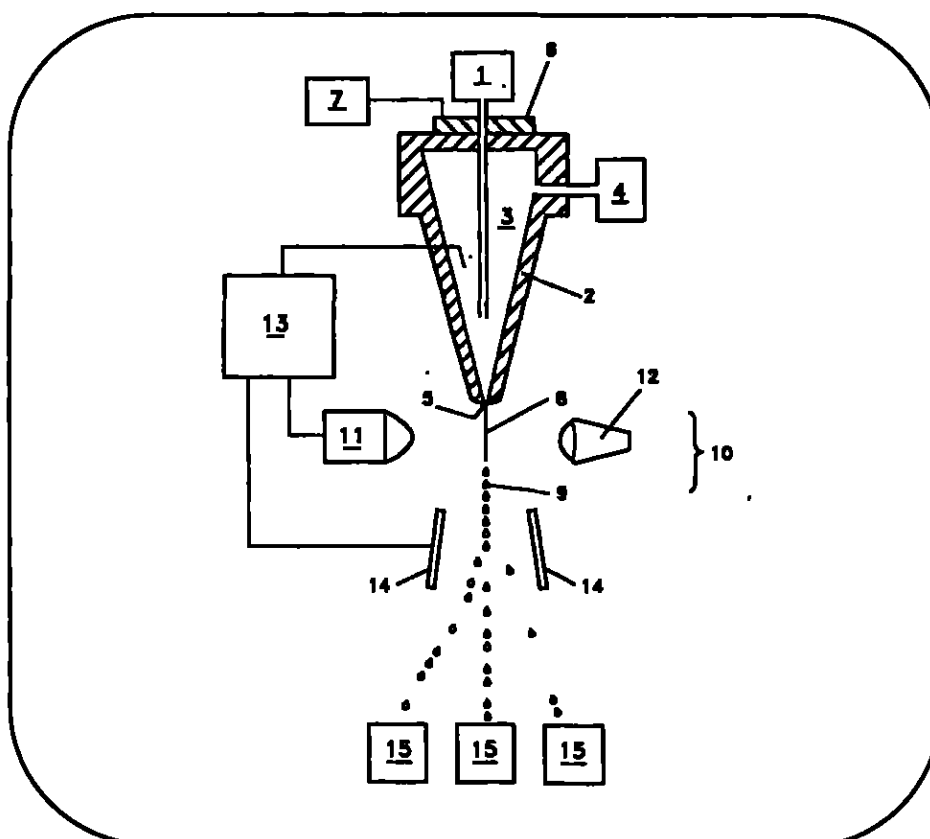
9 Comprobante de pago No.: 02/82.548 Fecha: 9 de diciembre de 2002

Anexos:

- 10
- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud por \$ 378.000.00.
 - ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad.
 - ☐ Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
 - ☐ Poderes, si fuere el caso.
 - ☐ Documento de cesión del Inventor al solicitante o a su causante.
 - ☐ Declaraciones.
 - ☒ Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
 - ☐ Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
 - ☒ Copia del examen preliminar efectuado por la IPEA.
 - ☐ Traducción del examen preliminar efectuado por la IPEA.
 - ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
 - ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
 - ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
 - ☒ Arte final 12x12
 - ☐ De ser el caso, Información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
 - ☐ Otros

11

FIGURA CARACTERISTICA:



12

Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: EMILIO FERRERO

FIRMA : 

C.C. 438.019 de Usaquén T.P. 31.929

JBP/mmm-ld-2

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
20 December 2001 (20.12.2001)

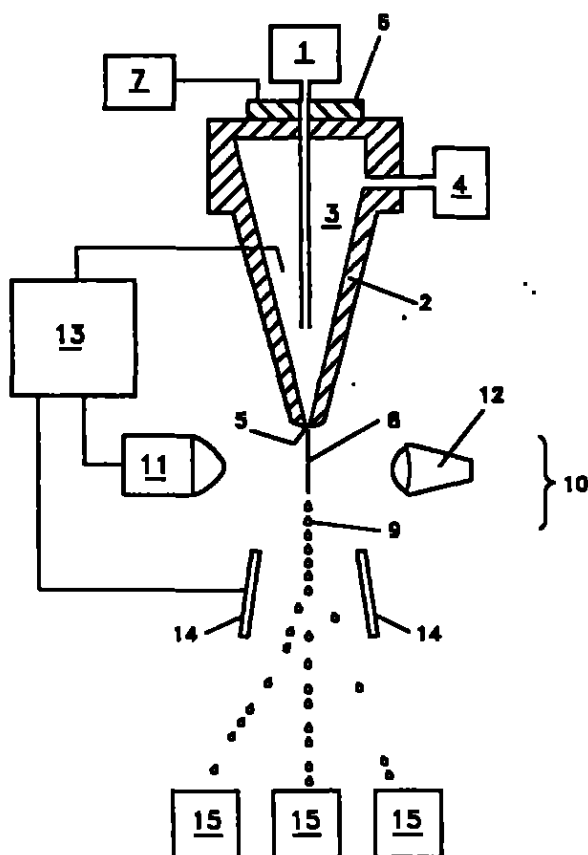
PCT

(10) International Publication Number
WO 01/95815 A1

- (51) International Patent Classification: A61B 17/43, US 60/224,050 (CIP)
A61D 7/00 Filed on 9 August 2000 (09.08.2000)
- (21) International Application Number: PCT/US01/18879
- (22) International Filing Date: 12 June 2001 (12.06.2001)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:
60/211,093 12 June 2000 (12.06.2000) US
60/224,050 9 August 2000 (09.08.2000) US
- (63) Related by continuation (CON) or continuation-in-part (CIP) to earlier applications:
US 60/211,093 (CIP)
Filed on 12 June 2000 (12.06.2000)
- (71) Applicants (for all designated States except US): XY, INC. [US/US]; 1108 North Lamey Avenue, Fort Collins, CO 80524 (US). COLORADO STATE UNIVERSITY [US/US]; Colorado State University Research Foundation, Room 410, 601 South Howes Street, Fort Collins, CO 80522 (US).
- (72) Inventors; and
(73) Inventors/Applicants (for US only): WHITTIER, Jack, C. [US/US]; 4880 East County Road 64, Wellington, CO 80549 (US). RIGGS, Barbi, A. [US/US]; 299 Big Valley, Outlook, MT 59252 (US). BURNS, Patrick, D. [US/US]; 931, Kingston Drive, Fort Collins, CO 80525 (US). SELDEL, George [US/US]; 3101 Arrowhead Road, LaPorte, CO 80535 (US).

[Continued on next page]

(54) Title: INTEGRATED HERD MANAGEMENT SYSTEM UTILIZING ISOLATED POPULATIONS OF X-CHROMOSOME BEARING AND Y-CHROMOSOME BEARING SPERMATOZOA



(57) Abstract: Animal management system that utilizes artificial insemination (27) samples of isolated X-chromosome bearing and Y-chromosome bearing populations of spermatozoa to inseminate female animals (17) an embodiment of which can provide an alternative to traditional harvesting or marketing (20) of non-replacement heifers.

WO 01/95815 A1



(74) Agent: MILES, Craig, R.; Santangelo Law Offices, P.C., 3rd Floor, 125 South Howes, Fort Collins, CO 80521 (US).

patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(81) Designated States (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AT (utility model), AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, CZ (utility model), DE, DE (utility model), DK, DK (utility model), DM, DZ, EC, EE, EE (utility model), ES, FI, FI (utility model), GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SK (utility model), SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

Declaration under Rule 4.17:

— of inventorship (Rule 4.17(iv)) for US only

Published:

— with international search report

— before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments

(84) Designated States (*regional*): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

**INTEGRATED HERD MANAGEMENT SYSTEM UTILIZING ISOLATED
POPULATIONS OF X-CHROMOSOME BEARING AND Y-CHROMOSOME
BEARING SPERMATOZOA**

I. TECHNICAL FIELD

Generally, herd management technologies utilizing isolated populations of X-chromosome bearing spermatozoa and Y-chromosome bearing spermatozoa that may be used with a variety of species of mammals. Specifically, an integrated bovine herd management system that utilizes isolated populations of X-chromosome bearing spermatozoa in a single-calf heifer system to increase the value of non-replacement heifers.

II. BACKGROUND

Economic pressures to improve beef cattle production efficiency have prompted the industry and researchers to evaluate various production systems. One conventional herd management system that has received considerable attention is the single-calf heifer system (SCH). This system has the capability to utilize non-replacement females normally targeted for slaughter. Simulated SCH systems compared to other beef management schemes using average costs of production and returns for products from 1958 to 1986 can be shown to be profitable. However, in order for a SCH system to remain economically sustainable, the end product must be acceptable to the consumer. The most essential component of the SCH system is that the heifer calve and be ready for harvest before she is 30 mo of age in order to avoid advanced carcass maturity.

Carcasses of advanced maturity pose problems in palatability, and therefore may be penalized by financial discounts. The USDA has set the approximate chronological age that corresponds to the physiological maturity score of "B" or greater to be 30 months of age or greater. However, maturity scores may increase with increasing chronological age at a much faster rate than USDA indicates and therefore suggested that animals 24 months of age and greater more accurately correspond to USDA maturity scores of "B" or greater. Therefore, to minimize risk of financial discounts and provide the consumer with a highly palatable product, target age of harvest for a SCH may be less than 24 months of

age.

The SCH system can be designed to produce a carcass from the SCH as well as a calf. The carcass of the SCH must be of high quality but must not sacrifice the quality of the progeny. A production system in which a SCH is to rear a calf and be ready for harvest by 24 months of age, can possibly be accomplished by breeding the heifer at a non-traditional age of 9 months. Furthermore, it has been hypothesized that the younger the cow herd, the greater proportion of total feed used for weight production and a smaller amount of feed used for maintenance, lactation, gestation, and body condition score, hence increased biological efficiency.

It has also been hypothesized that if a SCH could produce only female calves, then only one parturition per female may be necessary and the dam could be slaughtered at a young enough age to still attain consumer acceptability without maturity discounts, thus creating a self-perpetuating herd system. Mating young cows to sexed-semen to yield female progeny may also reduce calving difficulties and increase calf survival.

To accomplish early breeding, induction of early puberty is necessary. Maturation into this state involves complex interactions between endocrine function, environment, social environment, breed, nutrition, and weight to bring about the development of reproductive tract and reproductive function. Diet is an effective tool to induce puberty. High-energy diets have been reported to induce onset of puberty in heifers at earlier ages than diets of lower energy. Weight of heifers tends to have a greater impact on puberty than age at puberty. Furthermore, heifers fed diets high in propionate production in the rumen reached puberty at lighter weights. Similarly, it has been found that diets containing ionophores decreased the age at onset of puberty, not related to ADG or body weight. Although plane of nutrition is inversely related to age at puberty, pattern of gain has no effect on age at puberty as long as heifers reach approximately 60-65% of mature body weight prior to breeding season. Hence, induction of early puberty depends on reaching target weights at a young age by feeding a feedlot-type diet high in energy and along with an ionophore. Early-weaning non-replacement heifers and managing them in feedlot conditions immediately following weaning is a means of reaching target weights

as early in life as possible.

Early weaning has proven to be a tool to increase dams BCS without detrimental effects on calves. It has been found that early-weaned heifers placed on high quality diets resulted in faster rates of gain than contemporaries that remained on their dams. Furthermore, early-weaned calves may be more efficient in feed conversion; in addition they had greater total gains from birth until slaughter.

Even though there have been a variety of innovations, as described in the foregoing, with respect to herd management technologies, conventional herd management systems including the SCH herd management system have significant problems that remain unresolved.

Averaged over thousands of animals, about half the number of births in a herd will be female and the half male. For example, in conventional beef cattle herds 49% of calves born will be heifers. Due to chance alone, however, it is not unusual to have only 40% heifers from 100 consecutive calvings.

As such, a significant problem with conventional herd management systems can be that at equilibrium about 40% of beef females must be breed for herd replacements to maintain herd size because over half the calves born are bulls, and some of the heifers born either die, become unthrifty, or do not become pregnant. With respect to the conventional SCH herd management systems, replacement females must be purchased to perpetuate the herd if females are harvested shortly after weaning of their calf.

Another significant problem with conventional herd management systems can be that females average a lower weight and command a lower price at the time of sale than males under identical management. For example, under identical management, at weaning steers can average 519 pounds and garner an average of \$0.92 per pound, while heifers can average 491 pounds and garner an average of \$0.85 per pound. In this case, the steers provide a \$60.00 advantage at sale solely due to their sex.

With respect to the problems with conventional herd management systems and specifically with SCH herd management as above-described, the invention addresses each in a practical fashion.

5 III. DISCLOSURE OF THE INVENTION

It is now possible to isolate populations of X-chromosome bearing or Y-chromosome bearing populations of spermatozoa. Certain technologies such as flow cytometry allow spermatozoa to be sorted with an accuracy of greater than 90%. Separated spermatozoa can be utilized to accomplish in vitro or in vivo artificial
10 insemination of or fertilization of oocytes of numerous mammals such as bovids, equids, ovids, goats, swine, dogs, cats, camels, oxen, buffalo, or the like. See for example, WO 96/12171; WO 00/06193; WO 99/33956; and PCT/US01/15150, each hereby incorporated by reference.

15 Accordingly, a broad object of embodiments of this invention can be to provide herd management systems which utilize isolated populations of X-chromosome bearing or Y-chromosome bearing spermatozoa.

One aspect of this broad object of the invention can be to increase the percentage
20 of female animals available to expand an existing herd or to sell as replacement heifers. A herd management program utilizing populations of X-chromosome bearing spermatozoa of greater than 90% purity would allow a large surplus of female animals.

Another aspect of this broad object of the invention can be to increase selection
25 intensity by allowing insemination of fewer but superior dams to produce replacement heifers. For example, in a beef herd at equilibrium about 40% of beef females must be bred for herd replacements to maintain herd size. With isolated populations of X-chromosome bearing spermatozoa, only 20% of females would need to be bred for replacements instead of the normal 40%, thus increasing selection intensity.

30 Another aspect of this broad object of the invention can be to breed females to bear females to decrease the incidence of birthing difficulty. A major problem on

ranches, for example, is dystocia when heifers calve. The majority of dystocias are due to bull calves that average about five pounds heavier than heifers. This can be minimized by using isolated X-chromosome bearing spermatozoa from sires that generate a low incidence of difficult births.

5

Another aspect of this broad object of the invention can be to dispense with the conventional cow herd all together. Utilizing isolated populations of X-chromosome bearing spermatozoa, it can be possible to have every female replace herself with a heifer calf just before being fattened for harvest.

10

Another aspect of this broad object of the invention can be to provide a terminal cross program that produces only males. In certain embodiments of this invention, cows could have substantially terminal cross bull calves by artificial insemination with isolated populations of Y-chromosome bearing spermatozoa of 90% or greater purity. In other

15 embodiments of this invention, an all male terminal-cross system could be used by purchasing all replacement heifers.

20

Yet another aspect of this broad object of the invention can be to integrate early-weaning, induced puberty, or sexed semen into a single-calf heifer system to increase value of non-replacement heifers. The integrated system would produce high quality products available to the consumer as well as provide a producer an alternative management system that has the potential to increase profitability.

25

Naturally further objects of the invention are disclosed throughout other areas of the specification and claims.

IV. BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Figure 1 shows a generalized flow cytometer system used to sort X-chromosome bearing spermatozoa from Y-chromosome bearing.

30

Figure 2 shows a second view of a generalized flow cytometer generalized flow cytometer system used to sort X-chromosome bearing spermatozoa from Y-chromosome bearing.

Figure 3 shows herd management system that uses traditional weaning methods.

Figure 4 shows a herd management system that uses early weaning methods.

Figure 5 shows an embodiment of the herd management invention using isolated Y-chromosome enriched populations of spermatozoa.

5 Figure 6 shows an embodiment of the herd management invention using isolated Y-chromosome enriched populations of spermatozoa and early weaned offspring.

Figure 7 shows an embodiment of the herd management invention using isolated X-chromosome enriched populations of spermatozoa.

Figure 8 shows an embodiment of an estrus synchronization protocol.

10

V. MODE(S) FOR CARRYING OUT THE INVENTION

The invention involves herd management technology utilizing isolated X-chromosome bearing and Y-chromosome bearing populations of spermatozoa or sperm cells. X-chromosome bearing and Y-chromosome bearing populations of spermatozoa
15 can comprise populations of intact live spermatozoa, or may also comprise frozen populations of X-chromosome bearing and Y-chromosome bearing spermatozoa. While particular examples of the invention are provided in the context of herds comprising beef cattle, it should be understood that the technologies described can have various applications with respect to a variety of species of mammal including, but not limited to,
20 humans, bovids, equids, ovids, canids, felids, goats, or swine, as well as less commonly known animals such as elephants, zebra, camels, or kudu. This list of animals is intended to be exemplary of the great variety of animals from which spermatozoa can be obtained and routinely isolated into X-chromosome and Y-chromosome bearing populations and to which this herd management invention can apply. As such, the examples provided are
25 not intended to limit the description of the invention to the management of any particular specie(s) of mammal(s).

Now referring to Figures 1 and 2, an embodiment of the herd management system invention uses X-chromosome bearing and Y-chromosome bearing spermatozoa isolated
30 by a flow cytometer. Flow cytometers used to isolate populations of X-chromosome bearing or Y-chromosome bearing spermatozoa can comprise a sperm cell source (1) which acts to establish or supply spermatozoa stained with at least one fluorochrome for

12

analysis. The stained spermatozoa are deposited within a nozzle (2) in a manner such that the stained spermatozoa are introduced into a fluid stream or sheath fluid (3). The sheath fluid (3) is usually supplied by some sheath fluid source (4) so that as the sperm cell source (1) supplies the stained spermatozoa into the sheath fluid (4) they are
5 concurrently fed through the nozzle (2).

In this manner it can be easily understood how the sheath fluid (3) forms a sheath fluid environment for the sperm cells. Since the various fluids are provided to the flow cytometer at some pressure, they flow out of nozzle (2) and exit at the nozzle orifice (5).
10 By providing some type of oscillator (6) which may be very precisely controlled through an oscillator control (7), pressure waves may be established within the nozzle (2) and transmitted to the fluids exiting the nozzle (2) at nozzle orifice (5). Since the oscillator (6) acts upon the sheath fluid (3), the stream (8) exiting the nozzle orifice (5) eventually and regularly forms drops (9). Because the sperm cells are surrounded by the fluid stream
15 or sheath fluid environment, the drops (9) may entrain within them individually isolated sperm cells.

Since the drops (9) can entrain sperm cells, the flow cytometer can be used to separate sperm cells based upon sperm cell characteristics. This is accomplished through
20 a sperm cell sensing system (10). The sperm cell sensing system involves at least some type of detector or sensor (11) that responds to the sperm cells contained within fluid stream (8). The particle or cell sensing system (10) may cause an action depending upon the relative presence or relative absence of a characteristic, such as fluorochrome bound to the sperm cell or the DNA within the sperm cell that may be excited by an irradiation
25 source such as a laser exciter (12) generating an irradiation beam to which the sperm cell can be responsive.

With respect to spermatozoa, the availability of binding sites for Hoechst 33342 stain is dependant upon the amount of DNA contained within each spermatozoon.

30 Because X-chromosome bearing spermatozoa contain more DNA than Y-chromosome bearing spermatozoa, the X-chromosome bearing spermatozoa can bind a greater amount of fluorochrome than Y-chromosome bearing spermatozoa. Thus, by measuring the

fluorescence emitted by the bound fluorochrome upon excitation, it is possible to differentiate between X-bearing spermatozoa and Y-bearing spermatozoa.

In order to achieve separation and isolation of spermatozoa based upon the amount of light emitted, emitted light can be received by a sensor (11) and fed to some type of separation discrimination system or analyzer (13) coupled to a droplet charger which differentially charges each droplet (9) based upon the amount of DNA within the sperm cell within that droplet (9). In this manner the separation discrimination system or analyzer (13) acts to permit the electrostatic deflection plates (14) to deflect drops (9) based on whether or not they contain an X-chromosome bearing spermatozoa or a Y-chromosome bearing spermatozoa.

As a result, the flow cytometer acts to separate the differentiated spermatozoa (16) by causing them to be directed to one or more collection containers (15). For example, when the analyzer differentiates sperm cells based upon a sperm cell characteristic, the droplets entraining X-chromosome bearing spermatozoa can be charged positively and thus deflect in one direction, while the droplets entraining Y-chromosome bearing spermatozoa can be charged negatively and thus deflect the other way, and the wasted stream (that is droplets that do not entrain a particle or cell or entrain undesired or unsortable cells) can be left uncharged and thus is collected in an undeflected stream into a suction tube or the like as discussed in United States Patent Application 09/001,394, hereby incorporated by reference herein. Naturally, numerous deflection trajectories can be established and collected simultaneously.

Now referring to Figures 3 and 4, conventional herd management comprises a herd of dams (17) of varying age and calves (18) that that over thousands of calves can typically comprise about 50% females and about 50% males. As can be understood from the figures, typically a portion of the herd of dams (19) is sold to the marketplace (20) along with a portion of the heifers (21) and substantially all the steers (22). A portion of the heifers (23) can provide replacements for the dams sold to the marketplace (20) although some replacement animals can also be bought outside of the herd to normalize the herd or improve herd genetics. For convenience and economic efficiency, all the

4

dams can be brought into estrous at about the same time through a variety of estrous synchronization protocols (24). Figure 8 shows one type of estrous synchronization protocol and that protocol is more fully described in Example 1 below.

5 In addition, as shown by Figure 4, the calves can be early weaned at about 95 days to about 125 days as compared to traditional weaning at about 200 to about 230 days. Early weaning can be good tool to increase the BCS of dams, provide faster weight gain in calves, and can provide more efficient feed conversion.

10 Now referring to Figure 5, a generalized herd management invention is disclosed which can be used with a variety of species of animals as above-described. The herd management invention utilizes isolated populations of Y-chromosome bearing spermatozoa (some portion of the X-chromosome bearing spermatozoa population has been removed to enrich the ratio of Y-chromosome bearing spermatozoa to X-

15 *chromosome bearing spermatozoa in the total population*) to provide a terminal cross that *generates a desired ratio of male offspring mammals (18) to female offspring mammals*. As can be understood from Figure 5, in certain embodiments of the invention substantially all the offspring mammals can be male offspring. Isolated populations of Y-chromosome bearing spermatozoa from numerous species of mammals can be produces

20 as described above. Isolated populations of Y-chromosome bearing spermatozoa can be differentiated based upon this sex differentiation characteristic and at least 70%, at least 80%, at least 90%, or even higher percentages, even at least 98% of a plurality of spermatozoa can have a sex determination characteristic corresponding to the same sex of offspring mammal. These isolated populations of Y-chromosome bearing spermatozoa

25 can be used in the context of various estrous synchronization protocols (24) and artificial insemination protocols (27) including, but not limited to, those estrous synchronization protocols and artificial insemination protocols described in United States Patent Application No. 09/001,394 and 09/015,454, each hereby incorporated by reference, to inseminate the dams (17) and fertilize at least one egg within the female of a species of

30 mammal. The sex of the offspring mammals produced (18) can be predetermined based upon the ratio of Y-chromosome bearing spermatozoa to X-chromosome bearing spermatozoa in the artificial insemination samples used to inseminate the female of the

species of mammal. Certain embodiments of the invention adjust the population of male offspring mammals to a percentage of male offspring mammals of at least 70%, at least 80%, at least 90%, or even greater. When isolated populations of X-chromosome bearing or Y-chromosome bearing spermatozoa are used in artificial insemination protocols (27),

5 the number of non-frozen live spermatozoa can be selected such that the artificial insemination sample contains the desired number. In the context of inseminating bovine mammals, the number of isolated Y-chromosome bearing spermatozoa in the artificial insemination sample can be no more than 10 million, for example. A low number of spermatozoa from about 10% to about 50% relative to the typical number of spermatozoa

10 in an artificial insemination sample may be used. In certain species of bovine mammals, such as beef cattle, the number of spermatozoa can be no more than 5 million, no more than 3 million, or can even be as low as no more than 500,000, no more than 250,000, and in some embodiments of the invention no more than between 100,000 to 150,000 spermatozoa. In certain embodiments of the invention, the spermatozoa can be frozen

15 and subsequently thawed prior to use. The number of motile spermatozoa in a frozen-thawed sample of spermatozoa may be reduced.

Similarly, when the invention is used in the context of equine mammals, the artificial insemination sample can comprise live non-frozen spermatozoa having a number

20 of no more than 25 million, no more than 15 million, no more than 10 million, or no more than 5 million. Similar numbers of spermatozoa may be frozen and subsequently thawed prior to use. Various protocols for the insemination of equine mammals are further disclosed by PCT/US99/17165, hereby incorporated by reference.

25 As described above, in the context of beef cattle, upon weaning male animals (22) sold to the marketplace (20) can generate more revenue than female animals under identical herd management. Where the sex of the offspring mammals produced is substantially male animals, replacement animals (25) may have to be obtained from an external source (26). In some embodiments of the invention, 20% of the dams (17) are

30 replaced each year once the herd is normalized.

Now referring to Figure 6, the invention can further comprise early weaning of

male offspring (18) (or the desired sex ratio of offspring afforded by artificial insemination with populations of spermatozoa having known ratios of X-chromosome to Y-chromosome bearing spermatozoa). Understandable actual number of days to weaning of the offspring mammal can vary from species to species. Early weaning can be, with respect to beef cattle, as early as 95 days, or at an average age of about 110 days, or in certain embodiments of the invention between about 95 days to about 125 days. Additional embodiments of early weaned bovine mammal management are provided by Example 1 below.

Now referring to Figure 7, a generalized herd management invention is disclosed which can be used with a variety of species of mammals. The herd management invention utilizes isolated populations of X-chromosome bearing spermatozoa (some portion of the Y-chromosome bearing spermatozoa population has been removed to enrich the ratio of X-chromosome bearing spermatozoa to X-chromosome bearing spermatozoa in the total spermatozoa population). By utilizing isolated populations of X-chromosome bearing spermatozoa (as many as 98 of 100 spermatozoa bearing an X-chromosome) to artificially inseminate females (17) in the herd, female offspring can be produced to replace substantially all (or the number desired) of the females (17) harvested from the herd (20). As such, in certain embodiments of the invention each female (17) can have a single parturition prior to being harvested (20). The herd management invention can further comprise the practice of induced early puberty. Early puberty can be induced by generating rapid weight gain in the mammal. As disclosed in further detail by Example 1, puberty can be induced in beef cattle as early as between about 250 days after birth to about 270 days after birth. A weight gain of about 1.3 kilograms per day to about 1.4 kilograms per day per head can be sufficient to induce early puberty. By inducing early puberty artificial insemination estrous synchronization (24) and artificial insemination (27) and can be performed at an earlier time in the herd management cycle. To further shorten the time between birth and harvest of the animal while allowing at least one parturition for replacement, the female mammal can be early weaned as described above. In a beef cattle embodiment of the invention a female can be born, weaned at between about 95 to about 125 days, estrous synchronized at between about 250 to about 280 days, artificially inseminated, calve about 9 months later and be

harvested prior to 24 months.

While Figure 7, provides a specific time line for beef cattle embodiment of the herd management invention, it is understood that is illustrative of the broad variety of species of mammal that can be managed in a similar fashion and the specific example and time line provided is not intended to limit the invention to that specific example of that time line.

Now referring to Figure 8, an exemplary estrous synchronization protocol for beef cattle is provided in which cattle feed is top dressed with MGA at 0.5 milligrams per female animal per day for 14 days. On day 33, each female animal is injected with PGF2 α . Three days subsequent, each female is artificially inseminated.

EXAMPLE 1

An integrated herd management system (IS) was designed to evaluate integration of early weaning and use of sexed semen in a single calf heifer (SCH) system to increase value of non-replacement heifers. The project consisted of five phases; Phases I, II, and III were developmental stages of the heifers. Phase IV was a qualitative measurement of the integrated system where carcass evaluation occurred. Phase V determined economic status of the integrated system. The integrated IS may be an alternative to the traditional marketing (TMS) of non-replacement heifers. Traditional marketing of non-replacement heifers is defined as the sale of TMS heifers on live-weight bases immediately following >traditional= weaning at age of approximately 7 months (200 days). Therefore, the IS is economically compared to the TMS. The IS incorporates reproductive factors such as puberty and breeding of heifers; therefore, replacement heifer counterparts meant for reproduction and managed in a traditional replacement system (TRS) are compared to the IS heifers for these factors only.

Colorado State University's Eastern Colorado Research Center at Akron, CO was the site for research. The project began July of 1999 (YI) with a replication that began August 2000 (YII). Data are presented for all phases of YI but stop after PI in YII as research beyond that point had not been completed. Heifers from the Red Angus X

Hereford ECRC herd were divided into two treatment groups. Heifers in the IS were of non-replacement status, particularly those born in the last half of the calving season but no younger than 55 d of age on the date of early weaning. These heifers were early weaned, fed a high energy diet to promote rapid growth of approximately 1.6 kg/d in order to reach 65% of mature weight (determined to be 500 kg by data from herd dams) by 9 mo of age. The IS heifers were mated at approximately 10 mo of age and harvested by 24 mo of age (Table 1). All other heifers of replacement status were managed in the ECRC replacement heifer system, weaned at approximately 7 mo of age, developed on range, and mated at 14 mo of age.

TABLE 1. Timeline of research, date of each phase and corresponding age of Integrated System heifers.				
Phase I ¹ : Weaning-Breeding	Year I		Year II	
Age in (d)	109 ± 15.0	07/28/1999	116 ± 10.5	08/07/2000
Age out (d)	322 ± 15.0	02/26/2000	316 ± 10.5	02/27/2001
Days on feed PI	213		200	
Phase II ² : Breeding-Calving				
Age in (d)	320 ± 12.7	02/26/2000	316 ± 10.5	02/27/2001
Age out (d)	573 ± 12.7	11/8/2000	-	-
Total days	253		-	-
Phase III ² : Calving-Harvest				
Age in (d)	573 ± 12.7	11/8/2000	-	-
Age out (d)	719 ± 12.7	04/05/2001	-	-
Total days	146		-	-
¹ Data based on original Integrated System heifers on study.				
² Data based on final 22 hd of Integrated System heifers. These heifers conceived, were fed to finish and harvested. Data reported for Year I only as Year II data not yet collected.				

Phase I: Weaning of Heifer to Breeding of Heifer

Weaning

The first year's (YI) experimental group consisted of 46 IS heifers that were weaned at a non-traditional early age of 110 ± 15.0 d and 40 TRS heifers were weaned at a traditional weaning age of 229 ± 2.8 d. The second year's (YII) experimental group consisted of 48 IS heifers weaned at an average age of 115 ± 26.9 d and 48 TRS heifers traditionally weaned and weighed at 174 ± 21.2 days of age. Body weight of heifers was

19
recorded at each weaning date. Body condition scores (9-point scale) of the dams were recorded at the time of early weaning in YI and YII then again at the time of traditional weaning.

5 *Nutritional Management*

Dams of the heifers were managed on native range in two separate pastures in YI. Dams of the TRS heifers were allowed winter supplementation whereas dams of the IS heifers were not. The dams were managed in this manner to allow evaluation of an early-weaning program on winter feed expenditures. Weaning strategy had an affect dam BCS at time of TW, where the dams of the EW calves had greater BCS than the dams of the TW calves in YI only. The dams of the IS heifers were managed without supplementation as body reserves were adequate enough to allow the dams to lose body condition without risk of health or production loss. The dams of the TRS heifers were managed to allow body weight gain or maintenance. The dams were combined at the end of the winter season at similar body weights and condition. However, in YII, the dams were not managed separately as in YI because BCS of dams were equal at time of TW. Drought conditions limited forage quality and availability to dams; hence, weaning of the TRS occurred 55 d earlier than TW of TRS in YI. The combined effect of drought conditions and shorter duration of lactation of the dams of the TRS heifers in YII may explain lack of BCS difference between dams of IS heifers and dams of TRS heifers. Equal body weights did not allow any contrast between weaning strategies according to winter supplementation and therefore eliminated the need to manage dams separately. Pasture lease and feed cost for dams were analyzed.

Traditional replacement system heifers were managed on triticale pasture with access to native range in YI. In YII, TRS heifers were managed in dry lot conditions due to insufficient grass on native range resulting from drought conditions. Dry lot ration was balanced according to NRC (68) and included whole shelled corn, millet hay, and alfalfa hay. Nutritional values for triticale (63) and native range (19) and are listed in Tables 2,3, and 4. Nutritional values are based on 100% inclusion in the diet as amount of each forage in the diet can not be established, however, triticale was likely the main source of nutrition. Ration samples of the IS heifer diets were periodically collected throughout

Phase I and III and analyzed by Olsen's Laboratory McCook, NE (Figures 1,2,3 and 4).

TABLE 2. Seasonal trends of intake, crude fiber, and crude protein of native range plants as evaluated by clippings ^a .												
	Prairie Sand Reed			Sand Bluestem			Blue Grama			Sun Sedge		
	% Diet	Crude	Crude	% Diet	Crude	Crude	% Diet	Crude	Crude	% Diet	Crude	Crude
	(DM)	Fiber %	Protein %	(DM)	Fiber %	Protein %	(DM)	Fiber %	Protein %	(DM)	Fiber %	Protein %
Oct-Nov	1.1	38.2	2.8	0.5	32.4	3.7	31	25.5	5	1	30.5	6.1
Dec	1	36.8	2.5	0	33	3.5	71	29.3	4	1	32.15	5.6
Jan	3.5	37	2.6	0.5	34.9	3.7	73.5	29.95	3.7	2	31.9	5.5
Feb	2.5	35.7	2.8	0.5	35	2.8	62.5	31.15	4.2	1	27.4	6.8
March	4.5	39.15	2.5	0	38.5	3.8	37.5	30.9	5	1.5	24.35	5.7
April	4	38	3	0	35.5	4.3	13	27.15	5	1	28.3	9.3
May	0.3	33.65	16.6	0	35.6	4.5	0.4	29.1	7	1.5	24.1	14
June	68	35.3	13.6	3.8	30.9	12.8	0.5	28.7	10.2	9.1	22.45	12.6
Late June	64	38.27	11	14	36.48	10.9	2	30.32	8.5	0	27.29	10.5
July	75	35.69	7.7	12	33.16	9	7	30.32	7.9	1	27.71	9.6
Aug	66	36.73	7.2	9	29.37	7.9	14	30.63	7.5	0	27.43	8.4
Sept	32	35.41	6.3	22	31.46	6.4	35	30.71	5	1	28.03	6.7
Late Sept	34	35.13	6.1	0	30.76	5.9	43	30.91	4.3	0	28.42	5.7
Oct	1	31.02	3.4	0	33.23	3.6	39	32.47	3.1	2	29.95	5.4

^aDenham (1963).

5

TABLE 2 Continued. Seasonal trends of intake, crude fiber, and crude protein of native range plants as evaluated by clippings. ^a												
	Needle-and-thread			Western Wheatgrass			Forkus			Other		
	% Diet	Crude	Crude	% Diet	Crude	Crude	% Diet	Crude	Crude	% Diet	Crude	Crude
	(DM)	Fiber %	Protein %	(DM)	Fiber %	Protein %	(DM)	Fiber %	Protein %	(DM)	Fiber %	Protein %
Oct-Nov	56.5	35.3	4.8	2	35.6	3.2	6	25.2	6.5	2	-	-
Dec	21	34.8	4.3	4	33.45	2.2	1	28.3	5.4	1	-	-
Jan	16.5	36.85	3.4	0	33.65	2.7	1	26.85	5.1	3	-	-
Feb	26.5	33.15	3.7	2	27.65	3.2	1	27	5.6	4	-	-
March	35.5	34.55	3.8	18.5	33.1	4.4	0	29.2	4.7	2.5	-	-
April	61	29.8	8.2	21	33.3	7.1	0	31.6	8	0	-	-
May	33	28.7	12.3	63.2	24.9	17.3	0.4	22.6	18.8	1.2	-	-
June	10.9	31.85	10.5	0.5	35	12.5	2.6	20.1	19.8	4.6	-	-
Late June	4	36.01	8.3	10	34.3	14.1	4	25.36	12.9	2	-	-
July	2	33	8.8	1	31.85	12.8	1	25.1	14	1	-	-
Aug	2	32.3	9.5	0	29.7	11.4	1	23.39	11.6	8	-	-
Sept	1	34.04	6.3	0	29.6	8.1	3	20.95	10.2	6	-	-
Late Sept	6.5	33.83	6.2	7	25.2	9.9	6.5	18.44	10.2	3	-	-
Oct	45	33.6	5.3	9	29.3	6	3	23.7	6.6	1	-	-

^aDenham (1965).

96

TABLE 3. Seasonal trends in crude protein and TDN content of triticale forage as evaluated by clippings ^a .		
	Crude Protein (%)	TDN (%)
February	21.1	74.2
June	19.4	75.3
^a Mount (2000).		

FIGURE 1. Variation in dietary digestible protein, crude protein and TDN Year I:Phase I for the Integrated System Heifers.

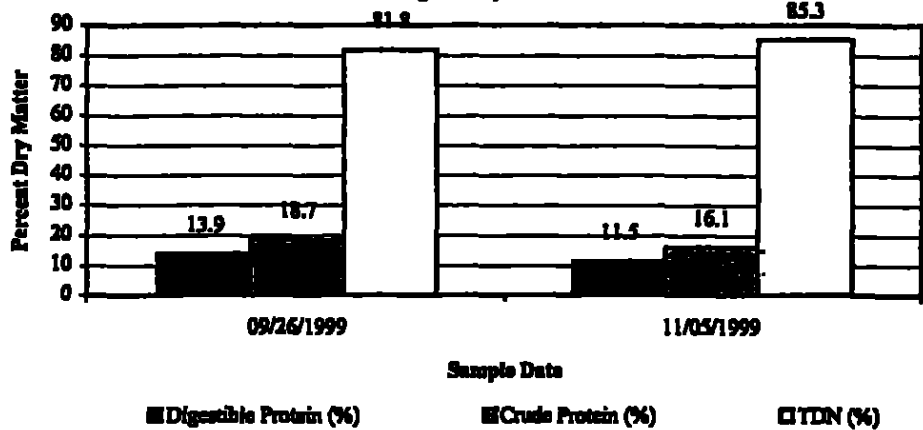
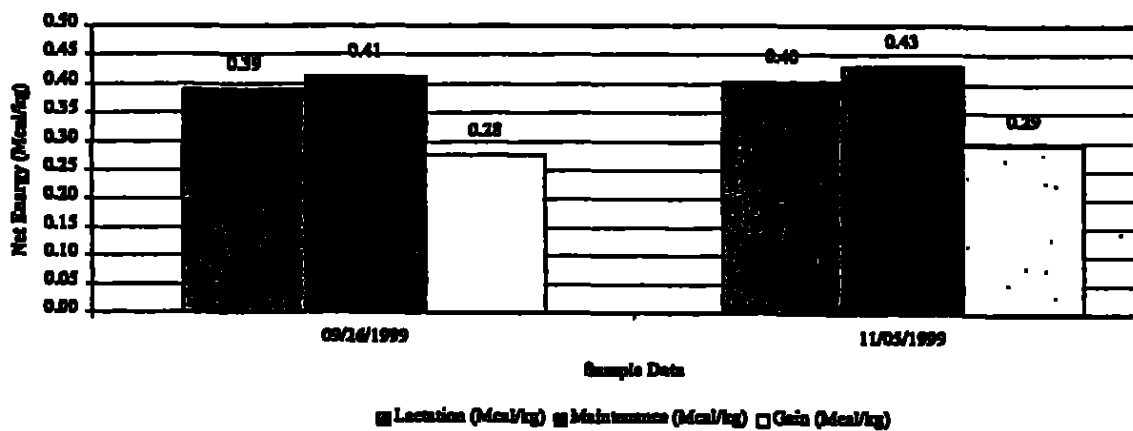
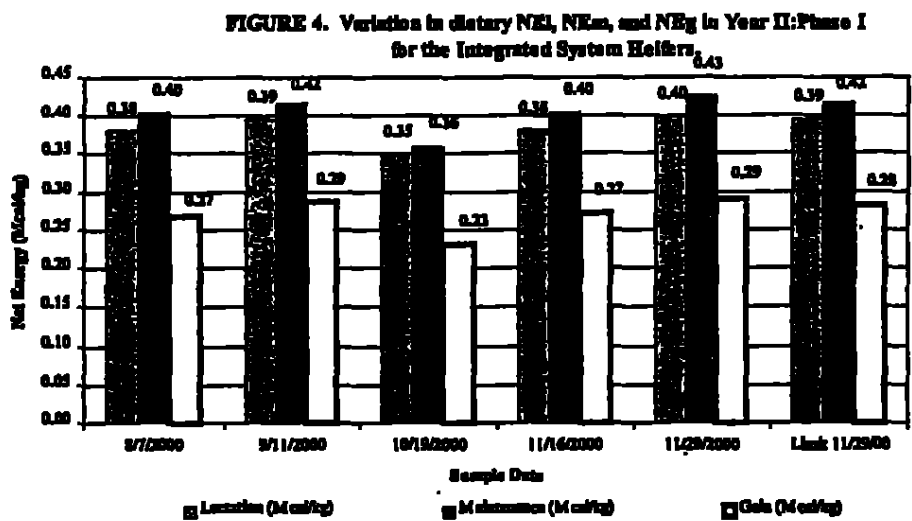
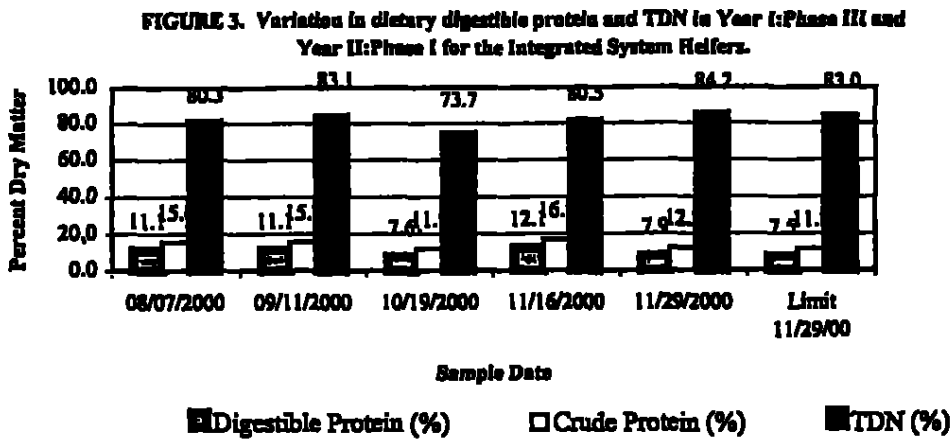


FIGURE 2. Variation in dietary NEL, NEm, and NEg Year I:Phase I for the Integrated System Heifers.





5

The IS heifers were managed in feedlot immediately following weaning and continuing for 213 d and 200 d in YI and YII, respectively. Self-feeders were utilized for 140 days in YI and 5 d in YII then bunk-fed for the remainder of Phase I (73 d YI and 195 d YII). The duration of self-feeders utilized in YII was limited due to sickness and necessity to administer medicated feed. The ingredients of the feedlot ration YI included triticale grain, sunflower meal pellet, corn ground alfalfa, protein supplement and Rumensin7. Ingredients of the feedlot ration in YII were similar to YI with the exclusion of sunflower meal pellet. Weight of the EW heifers was measured every 28 d and the ration evaluated and adjusted according to heifer gain. The most important goal of the feeding strategy was for IS heifers to reach 65% of mature weight (based on herd of

15

origin mature weight of 500 kg) by 9 mo of age to induce an early puberty. Therefore each 28 d interval had a goal of 1.36 kg/day gain until heifers began to cycle. At this point the ration energy density was reduced to prevent over fattening and possible subsequent reproduction/calving difficulties. Daily individual intake was calculated by
5 dividing pen intake by total animals in the pen (Figure 5 and 6). Rations were balanced according to NRC (68) requirements for growing/finishing calves at 1.3 kg/d gain.

FIGURE 5. Year I daily dry matter intake (kg/hd/d) of Integrated System heifers in Phase I.

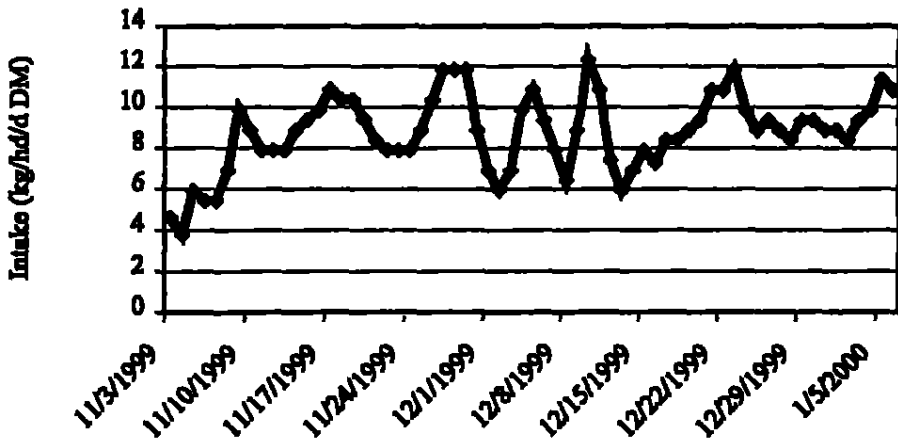
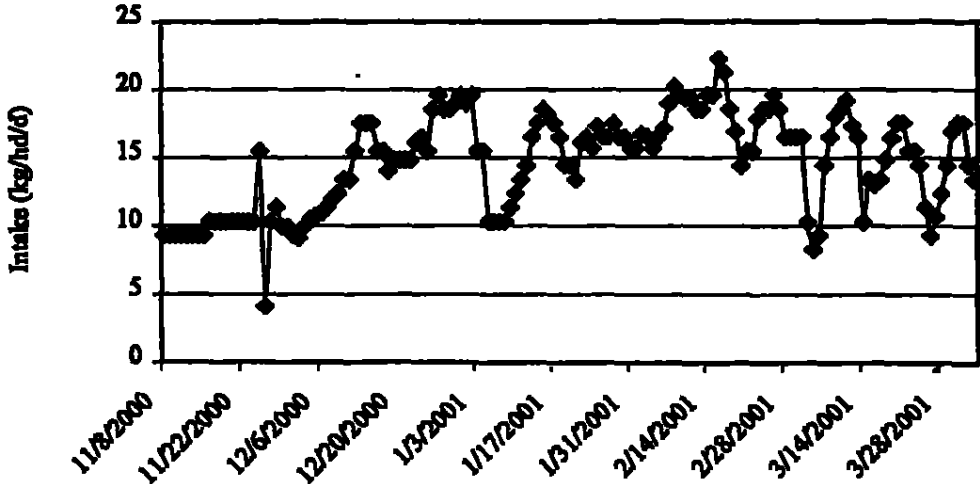


FIGURE 6. Daily intake of Integrated System Heifers Year I:Phase III.

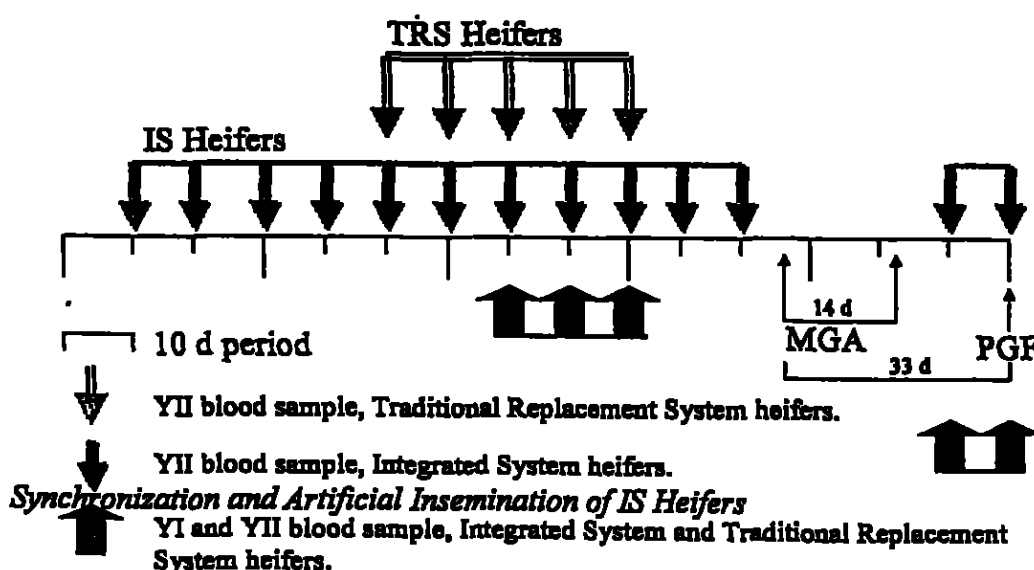


Heifers that had poor gains and/or exhibited chronic morbidity were culled from the system. Culled heifers were sold at a local livestock auction at market price. Mortality of heifers was accounted for in the economic analysis. Weight of dead animals was estimated according to the group average. A dollar value of the dead animals was calculated by market purchase price of an animal of similar weight and age.

Monitoring Onset of Puberty

Onset of puberty and estrous was monitored by behavioral and physiological indicators. The DDx Electronic Heat Watch⁷ system with the aid of 3 (YI) and 1 (YII) androgenized cows monitored behavioral patterns and the onset of standing heat via mount duration and frequency (96). Androgenization was accomplished by methods described by Nix et al. (67). Androgenization of cows was conducted due to the hypothesis that androgenized cows have a similar effect on enhancing puberty through pheromonal cues as hypothesized for bulls. Jugular blood samples of IS heifers were taken at 10 d intervals for a period of 2 mo (YI) and 3 mo (YII) prior to MGA/PGF synchronization and again 10 d prior to and on day of PGF injection (Figure 7). Serum samples were analyzed for progesterone by radioimmunoassay (21). Percent of TRS heifers at puberty was also measured by progesterone assay for one month prior to MGA/PGF synchronization of the IS heifers. Heifers were considered pubertal when serum progesterone concentration was greater than 1 ng/ml within a 10 d period (7).

FIGURE 7. Blood sampling protocol for Year I and Year II.



25

The IS heifers underwent estrous synchronization accomplished by top dressing feed with 0.5 mg MGA per hd/d for 14 d followed by PGF injection 19 d after the last day of MGA feeding as described by Deutscher (20). Heifers were synchronized at 250 " 15.0 d of age YI and 250 " 14.9 d of age YII. Heifers were AI by one of two technicians following standing estrus up to 72 h post PGF injection according to a.m./p.m. protocol. At 72 hr post PGF injection, all remaining pubertal heifers were mated at a fixed-time. A breeding period of 45 d (YI) allowed heifers three or four opportunities to be AI and 24 d (YII) allowed 2 matings. All rebreeds were based on standing heat recorded by Electronic Heat Watch7 and/or visual observation and bred according to a.m./p.m. protocol.

Semen used for artificial insemination was collected from two Black Angus bulls (YI) and one Black Angus bull (YII) with low birth weight EPD of 0.5, 1.5 and B 1.43, YI and YII, respectively. Semen was sorted using flow cytometry, selected for X-chromosomal sperm (82). Semen doses for insemination contained three million sperm (YI) and six million sperm (YII) per dose with at least 35% post thaw motility.

During YI, heifers were fixed-time mated with sexed semen, randomly AI with one of two sires as determined by random order of the heifers entering the breeding box; sires were alternated with every heifer. Heifers that required a second mating were inseminated with sexed semen from the same sire used in the fixed-time mating. Heifers that required a third mating were randomly inseminated with either sexed or non-sexed semen by one of two sires. Non-sexed semen was used to mate 6 IS heifers and was a breach of protocol. Seven IS heifers exhibited a fourth standing heat during the 45 d breeding season, 1 heifer was mated to sexed semen and the remaining 6 heifers were mated by natural service of a bull. Likewise, natural service with a bull was a breach of protocol.

The YII IS heifers were fixed-time mated to one sire to minimize variation of progeny. Protocol for the second breeding season called for one-third of the YII IS heifers to be inseminated with non-sexed semen and the remaining 2/3 inseminated with sexed semen to compare fertility of sexed versus non-sexed semen. Mating of the heifers

to non-sexed versus sexed semen was determined by random order of the heifers entering the breeding box; every third heifer was bred to non-sexed semen. Likewise, 1/3 of the heifers that required subsequent breeding called for insemination with non-sexed semen; the remaining heifers were inseminated with sexed semen. The final result is that fixed-
5 time insemination of IS heifers was done with 25.4% of heifers mated to non-sexed semen; the remaining 74.6% of heifers were mated to sexed semen. After 24 d of the breeding season, 28.6% of heifers were inseminated with non-sexed semen and the remaining 71.4% were inseminated with sexed semen.

10 *Diagnosis of Pregnancy*

First service conception rate was determined by ultrasonography 34 d and 45 d post fixed-time mating in YI and YII respectively. Overall conception and pregnancy rates were also determined by ultasonography 34 d and 60 d following the last date of insemination for YI and YII respectively. Heifers diagnosed non-pregnant were culled
15 from the system and the remaining pregnant heifers went on to Phase II. Culled heifers in YI were sold at market price to the ECRC feedlot. Revenue created by this sale was accounted for in PI and used in the final economic analysis.

Phase II: Breeding to Calving (YI IS heifers)

20 *Nutritional Management*

The IS heifers were turned on to native range at an average age (calculated from the final 22 IS heifers) of 297 " 12.6 days of age. The heifers remained on pasture for 237 days at which time the first IS heifer gave birth (534 " 12.6 d of age). Weight of IS
25 heifers were recorded on the first and last day of this phase. Forage nutritional values are reported in Tables 2 and 4 (19).

TABLE 4. Seasonal trends in crude fiber and crude protein of native range clippings as a result of variable seasonal intake ^a .																					
Year I, Phase I									Year I, Phase II												
									Year II, Phase II												
	Late	Oct	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	Late	June	July	Aug	Sept	Sept	Oct	Oct	Nov	Dec
Sept	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	June	July	Aug	Sept	Sept	Oct	Nov	Dec			
M Diet																					

(DM)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Crude																			
Fiber %	30.25	30.40	32.04	30.96	30.42	30.47	30.42	32.10	30.50	25.88	31.53	34.09	34.38	32.05	30.25	30.40	32.04	30.96	30.42
Crude																			
Protein %	5.61	5.66	4.47	4.83	3.97	3.55	3.88	4.24	7.36	13.36	12.05	10.99	7.95	6.82	5.61	5.68	4.47	4.83	3.97

Adapted from Denham (1965).

Back-fat Measurements

Back-fat thickness was measured by ultrasound for the IS heifers 20 d prior to first date of calving and again 20 d following calving. Back-fat was measured between the 12th and 13th rib at : the distance of the ribeye with an Aloka 500V ultrasound machine.

Calving Management

The IS heifers calved in dry lot conditions. Heifers were observed every 4 hours during the calving season. Heifers received assistance from the calving manager if calf presentation or parturition progression was abnormal or unsatisfactory. Calving ease, calf vigor, calf birth-weight, sex, mortality and morbidity were documented. Calving ease and calf vigor scores are reported as follows: calving ease: 1= no assistance, 2= assisted, easy, 3= assisted, very difficult, 4=caesarean delivery, 5= breech birth, abnormal presentation: calf vigor 1= nursed immediately, calf was healthy and strong, 2= nursed on its own, but took some time, 3=required some assistance to suckle, 4=died shortly after birth, 5=dead on arrival.

In YI abortion occurred in 4 of the 25 IS heifers bred (16%). These IS heifers experienced early fetal loss and three were rebred by natural service as a result of IS heifers commingling with the normal herd during breeding season. These IS heifers were culled from the IS and sold as bred heifers at the local livestock auction in Yuma, CO. Revenue (\$650.00 per IS heifer) from these late-bred IS heifers was received by the IS and is included in the economic analysis. The forth IS heifer that experienced fetal loss did not rebreed and was kept in the IS, finished and harvested with her pregnant IS heifer counterparts.

Phase III: Calving to Slaughter

Nutritional Management

The IS heifers were placed on feedlot ration at 534 " 12.6 d of age until 696 " 12.6 d of age for 162 d. Ingredients included triticale grain, whole shell corn, and alfalfa (Figure 3 and 4). The ration was balanced according to NRC (68) requirements for lactating 550 kg cows and adjusted according to IS heifer and calf performance. Daily intake was calculated by dividing group intake by the number of animals in the pen (Figure 8). Integrated system heifer and IS calf weight was recorded every 28 d.

Weaning

Calves born to the IS heifers were weaned at 120 " 19.6 d of age and marketed at a local livestock auction immediately following weaning. Revenue from the calves was accounted for in the final economic analysis.

Determination of Harvest

IS heifers remained in feedlot for 141 d and harvested at 696 " 12.6 d of age d (23 mo) of age. Integrated System heifers were considered market ready according to estimated visual backfat depth of 1.27 cm. The time from weaning to harvest was 21 d to allow adequate time for udder to cease lactation and undergo involution.

Phase IV: Carcass Evaluation

Marketing of IS heifers

The final 22 IS heifers were marketed on formulated price according to carcass quality (live-weight, USDA Quality Grade and USDA Yield Grade). Premiums and discounts associated with the grid are listed in Table 5.

TABLE 5a . Formulated pricing* of Year I Integrated System heifer carcasses expressed in market terms (\$/cwt).										
		Prime	Choice	Select	Standard	Commercial	Utility	Canner	Dark Cutter	B-Maturity
		6.97	\$0.97	(1.87)	(\$11.87)	(\$25.00)	(\$75.01)	(\$75.01)	(\$22.84)	(\$11.87)
BASE	\$127.01									
1	\$3.00	136.98	130.98	128.14	118.14	105.01	55.00	55.00	107.17	118.14
2	\$1.50	135.48	129.48	126.64	116.64	103.51	53.50	53.50	105.67	116.64
3	(\$1.00)	132.98	126.98	124.14	114.14	101.01	51.00	51.00	103.17	114.14
4	(\$20.00)	113.98	107.98	105.14	95.14	82.01	32.00	32.00	84.17	95.14

5	22.4	108.98	102.98	100.14	90.14	77.01	27.00	27.00	79.17	90.14
*Formulated pricing per hundred lb.										

TABLE 5b . Formulated pricing* of Year I Integrated System heifer carcasses expressed in metric terms (\$/100 kg).										
		Prime	Choice	Select	Standard	Commercial	Utility	Commer	Dark	B-Maturity
									Cutter	
		\$15.37	\$2.14	(\$4.12)	(\$26.17)	(\$55.12)	(\$165.3)	(\$165.3)	(\$50.25)	(\$26.17)
BASE	\$280.01									
1	\$6.61	301.99	288.76	282.50	260.45	231.51	121.25	121.25	236.27	260.45
2	\$3.31	298.68	285.45	279.19	257.15	228.20	117.95	117.95	232.96	257.15
3	(\$2.20)	293.17	279.94	273.68	251.64	222.69	112.44	112.44	227.45	251.64
4	(\$44.09)	251.28	238.06	231.79	209.75	180.80	70.55	70.55	185.56	209.75
5	(\$55.12)	240.26	227.03	220.77	198.72	169.78	59.52	59.52	174.54	198.72
*Formulated pricing per hundred kg.										

Carcass Data Collected

Carcasses were tracked from the kill floor to the cooler on the day of harvest.

- 5
- Approximately 36 h postmortem, USDA Quality Grade factors (skeletal maturity, lean maturity and marbling) and USDA Yield Grades (longissimus muscle area, hot carcass weight, and estimated percent of kidney pelvic and heart fat) were recorded (103). Strip loins were collected from each IS heifer carcass. Loins were taken to Colorado State University, aged for 14 days at 2EC then frozen (-29E C) until strip loin sections were
- 10
- sawed into steaks (2.54 cm thick).

Trained Sensory Evaluation and Warner-Bratzler Shear Force Values

- 15
- Strip loins were removed from the freezer cut into 2.54 cm steaks which were then thawed in a refrigerated cooler (4EC) for 24 hrs. Steak temperature was monitored to ensure steak temperatures were between 1EC and 5EC immediately prior to cooking. Steaks were cooked to 70EC internal temperature using a Magikitch™ belt grill (Magigrill model TBG-60; Magikitch™ Inc., Quakertown, PA); (top heat=177EC, bottom heat=177EC, preheat=disconnected, height=1.85cm, cook time=6.55 min). Final endpoint temperatures were monitored using a handheld thermometer (Omega model
- 20
- HH21 thermometer; Omega Engineering, Inc., Stamford, CT). Cubed samples of each cooked steak were served to a sensory panel. Panelists were trained for two weeks according to procedures outlined by Meilgaard et al. (57) and AMSA (3). Panelist scored

the samples for juiciness, muscle fiber tenderness, overall tenderness, connective tissue and amount of flavor intensity using an 8-point scale (3).

Steaks for the Warner-Bratzler shear force values were handled and prepared in the same manner as stated above. The steaks were allowed to cool to room temperature (24EC) before removing six to ten cores (1.27 cm in diameter) parallel to the steak muscle fiber (3). Each core was sheared once using Warner-Bratzler shear machine. Individual peak shear force values were averaged to obtain a final representative shear force value for each steak. The WBS threshold of 4.5 kg determined carcass classification of tough or tender (89). Carcasses with WBS values greater than 4.5 kg were considered "tough", whereas carcasses with WBS values less than 4.5 kg were considered "tender".

Phase V: Economic Analysis

Total income and expenditures were recorded for each phase. Gross revenue/loss and net revenue/loss were calculated for each phase as well as final gross revenue/loss and net revenue/loss for all phase (Tables 14-19). Revenue/loss was reported for the entire system as well as revenue/loss per heifer. Economic analysis compared a traditional management system of non-replacement females to the IS. An additional simulation were conducted to compare and contrast effect of increased pregnancy rate (58%, 60%, 70%, 80%, 90% and 100%) and calf survival (88%) on profitability of the IS.

Phase I

In PI, IS heifers were purchased into the system according to the seasonal live-weight markets in the area (\$103.00/cwt) (Table 14). Cull cows were purchased at market price, and androgenized to aid in heat detection. These cull cows were later sold on live-weight basis; prices reported are actual prices received. Integrated System heifers were realized from the system due to poor performance and sold at seasonal live-weight market price for the area. Economic loss due to death was considered equal to purchase price multiplied by weight of IS heifer at death. Dead IS heifers were assigned a weight based on the group average weight at the time of death.

TABLE 14. Income statement for Year I Phase II.				
REVENUES	# Head	Weight (cwt)	Total	
Cull Open IS Heifer	18	10	\$66.00	\$11,880.0
GROSS INCOME				\$11,880.0
EXPENSES	# Head	Lease/AUM	Months	Total
Pasture	43	\$13.00	1.4	\$508.6
IS Heifer (.65 AUM)	25	\$13.00	6.4	\$1,352.0
TOTAL				\$1,860.6
TOTAL OPERATING EXPENSE				\$1,860.6
NET REVENUE/LOSS (Income-expenses)				\$10,019.3

Feed cost was calculated by multiplying the cost of feed per ton by the total amount of feed consumed. Cost of feed per ton was marked up 10%. Yardage was charged at a rate of \$0.20 per head per day. Health costs included initial processing; hospital drugs administered to sick animals and associated chute charges of \$1.00/hd. Breeding costs were calculated by adding the total cost of synchronization drugs to the cost of semen, semen sorting fees, and technician wages. Gross revenue/loss for PI was calculated by subtracting the total expenditures from the total income and value of IS heifers remaining in the system.

Breeding costs were calculated by summing cost of insemination and synchronization. Cost of insemination was calculated by multiplying the total number of inseminations by technician fee (\$4.00/insemination), sorting fee for semen (\$20.00/straw), and semen (\$12.00/straw). Synchronization drugs included MGA (\$1.96/hd) and prostaglandin (\$2.10/hd) for 43 head of IS heifers.

In YI, cost of maintenance for dams of TMS heifers and for IS heifers was calculated by adding the pasture lease cost to supplemental feed cost. The difference between the two groups winter feed cost was calculated.

Phase II

Phase II gross and net revenue/loss was calculated by multiplying pasture lease cost by .65 AUM per month at a rate of \$13.00/AUM (Table 15). All heifers were moved

into PII for 1.4 mo, however only the 25 pregnant IS heifers remained in the PII for the duration of 253 d. Revenue generated from sale of open IS heifers are accounted for in this phase.

TABLE 15. Income statement for Year I Phase III				
REVENUES				
	# Head	Ave WT	Market Price	Total
Cull Bred IS Heifers	3		\$650.00	\$1,950.00
Lightweight IS calf	1	1.2	100	\$120.00
Heavyweight IS calf	13	3.3	\$122.00	\$5,233.80
Finished IS Heifer	22			\$21,510.53
TOTAL				\$28,814.33
GROSS INCOME				\$28,814.33
EXPENSES				
Livestock				
	# Head	Ave WT	Market Price	Total
Death Loss of IS Calf	6	3.3	\$122.00	\$2,415.60
TOTAL				\$2,415.60
Feed				
	# Head	Intake (ton)	Price/ton	Total
Corn	22	41.101	\$82.50	\$3,390.83
Millet Hay		1.533	\$62.50	\$95.81
Alfalfa Hay		8.52	\$120.00	\$1,022.40
Medicated Feed		0	\$120.00	\$0.00
Supplement 517		4.227	\$205.00	\$866.54
Markup		55.382	\$15.00	\$830.73
TOTAL				\$6,206.31
Yardage				
	# Head	Rate	# Head Days	Total
Head In	22	\$0.30	3212	\$963.60
Dead	0	\$0.30	0	\$0.0
Realized	0	\$0.30	0	\$0.0
TOTAL	22		0	\$963.60
Health				
	# Head	Rate		Total
Processing	46	\$1.00		\$46.00
Hospital drugs				\$0.0
Chute Charge				\$0.0
TOTAL				\$46.00
Marketing				
	# Head	Rate		Total
Transportation	22	12.95		\$284.90
Brand Inspection	22	1.45		\$31.90
TOTAL				\$316.80
TOTAL OPERATING EXPENSE				\$9,948.31
NET REVENUE/LOSS (Income-expenses)				\$18,866.02

Phase III

Phase III economic analysis resembled PI for health costs and feed cost. Yardage was increased to \$0.30 per head per day as a result of increased labor associated with calves of IS heifers (Table 16). Cull cattle included IS heifers that were bred late and marketed as bred heifers. Prices reported are actual prices received from sale. Calves of the IS heifers were sold immediately following weaning on a live-weight basis. Prices reported are actual prices received. Prices reported for the remaining IS heifers were received upon marketing of heifers according to carcass merit (Tables 5 and 17). Gross revenue/loss was calculated by subtraction of total expenditures from total income.

Overall gross and net revenue/loss was calculated by summing gross and net revenue/loss from each phase respectively.

TABLE 16. Results of formulated pricing of YI Integrated Heifer Carcasses, shown in price per 100 kg and price per 100 lbs.									
QG and YG	Price Per 100 kg	Head	Wt (100 kg)	Total	QG and YG	Price Per 100 lb	Head	Wt (100 lb)	Total
Choice YG 2	285.45	6	21.17	\$6,042.83	Choice YG 2	129.48	6	46.67	\$6,042.83
Choice YG 3	279.94	8	29.58	\$8,281.64	Choice YG 3	126.98	8	65.22	\$8,281.64
Choice YG 4	238.06	1	3.79	\$902.23	Choice YG 4	107.98	1	8.36	\$902.23
Select YG 1	282.50	1	3.41	\$962.33	Select YG 1	128.14	1	7.51	\$962.33
Select YG 2	279.19	2	6.16	\$1,719.77	Select YG 2	126.64	2	13.58	\$1,719.77
B-Mat YG2	257.15	2	6.87	\$1,767.10	B-Mat YG2	116.64	2	15.15	\$1,767.10
B-Mat YG3	251.64	1	3.85	\$967.91	B-Mat YG3	114.14	1	8.48	\$967.91
B-Mat YG4	209.75	1	4.13	\$866.73	B-Mat YG4	95.14	1	9.11	\$866.73
TOTAL				\$21,510.53	TOTAL				\$21,510.53

TABLE 17. Comparison of net revenue of the Integrated System to Traditional Management System of non-replacement heifers.

Integrated Heifer System

Gross Revenue	\$43,285.81
Expense	\$43,200.97
NET REVENUE/LOSS (Income-expenses)	\$84.84

Traditional Management System

Gross Revenue ¹	\$21,834.80
Expense ²	\$19,352.58
NET REVENUE/LOSS (Income-expenses)	\$2,482.22

Difference between Systems (IS-TMS) (\$3,944.67)

¹Gross Revenue calculated by multiplying average weaning weight of traditional weaned calves in YI by market price of \$88.00/cwt.

²Expense is equal to the five-year average of cow cost of the ECRC herd.

³Prices based on 43 head of heifers.

Difference in Profitability Between TMS and IS

- 5 Profitability of the IS over the TMS was calculated by subtracting the net revenue of the TMS from net revenue of the IS (Table 18). Gross revenue/loss for TMS was calculated by multiplying the average weaning weight of the TMS heifers at the time of traditional weaning by a seasonal live-weight market price for the area (\$88.00/cwt).

TABLE 18. Revenue of Integrated System as a function of pregnancy rate.					
Pregnancy Rate	Total Pregnant		Total	Revenue/Heifer	Revenue/Pregnancy
58%	25	PI	\$(28,800.49)	\$(626.10)	\$(1,152.02)
		PII	\$10,062.15	\$218.74	\$402.49
		PIII	\$26,447.21	\$574.94	\$1,057.89
		Total	\$7,708.87	\$167.58	\$308.35
		Revenue above TMS	\$3,679.36	\$85.57	\$147.17
60%	26	PI	\$(28,800.49)	\$(626.10)	\$(1,116.30)
		PII	\$9,448.05	\$205.39	\$366.20
		PIII	\$27,392.41	\$595.49	\$1,061.72
		Total	\$8,039.96	\$174.78	\$311.63
		Revenue above TMS	\$4,010.46	\$93.27	\$155.44
70%	30	PI	\$(28,800.49)	\$(626.10)	\$(956.83)
		PII	\$6,377.50	\$138.64	\$211.88
		PIII	\$32,118.41	\$698.23	\$1,067.06
		Total	\$9,695.42	\$210.77	\$322.11
		Revenue above TMS	\$5,665.91	\$131.77	\$188.24
80%	34	PI	\$(28,800.49)	\$(626.10)	\$(837.22)
		PII	\$3,306.96	\$71.89	\$96.13
		PIII	\$36,844.41	\$800.97	\$1,071.06
		Total	\$11,350.88	\$246.76	\$329.97
		Revenue above TMS	\$7,321.37	\$170.26	\$212.83
90%	39	PI	\$(28,800.49)	\$(626.10)	\$(744.20)
		PII	\$236.41	\$5.14	\$6.11
		PIII	\$41,570.41	\$903.70	\$1,074.17
		Total	\$13,006.33	\$282.75	\$336.08
		Revenue above TMS	\$8,976.83	\$208.76	\$231.96

100%	43	PI	\$ (28,800.49)	\$ (626.10)	\$ (669.78)
		PII	\$ (2,834.13)	\$ (61.61)	\$ (65.91)
		PIII	\$46,296.41	\$1,006.44	\$1,076.66
		Total	\$14,661.79	\$318.73	\$340.97
		Revenue above			
		TMS	\$10,632.28	\$247.26	\$247.26

*Assumes the Integrated System heifer death and realizer rate same as in experimental Year I and calf death rate of 2%.

Simulations

Simulations were conducted to evaluate the effect of pregnancy rate and increased calf survival would have on profitability (Table 19). Simulations varied pregnancy rates at 58% 60%, 70%, 80%, 90% and 100% to evaluate its affect on profitability of each phase and as a system. The pregnancy rate simulations assumed sexed-semen was utilized, 2% calf death loss and IS heifer death loss and realizer rate to be the same as in YL. Further assumptions included all IS calves to sell as >heavy-weight= (330 lbs) and no late-bred IS heifers occurred. Revenue from finished IS heifers based on the percent of each USDA quality and yield grade carcasses received in YL. Feed consumed calculated by multiplying the number of animals in pen average individual intake, based on YI results. All simulations are based on YI actual expenses and incomes.

Statistical Analyse

Statistical analyses were completed using the general linear model (GLM) procedure of SAS (81) and when appropriate, means were separated using Tukey's HSD (81) to determine differences in weights, age, and BCS across years. Logistic regression and contrasts (81) were used with first service or second service resulting pregnancy as the dependent variable; group and heat cycles or group and technician were considered independent variables respectively, to compare and contrast technician, sire, and semen effects within and across years. Group refers to the combination of sexed or non-sexed semen from one of three sires to yield four groups, one sire (YI) with both sexed and non-sexed semen used for insemination of IS heifers, and two sires (YII) with only sexed semen used for insemination of IS heifers. Chi square and correlation analyses (81) were conducted on taste panel characteristics (maturity, session, juiciness, muscle fiber tenderness, presence of connective tissue, overall tenderness, and flavor intensity) and calving characteristics (calf vigor, calving ease, calf sex, and sire). Data collected on animals that died during the trial were not used in the statistical analyses.

15

Results and DiscussionPI:

Early Weaning to Breeding

Integration of early-weaning and sexed semen into a SCH system was studied and a final economic analysis was conducted to establish profitability. In the first year 46 heifers of non-replacement status (IS heifers) were early weaned (EW) at 110 " 15.0 d of age at 141 " 21.1 kg. Forty heifers of replacement status (TRS) were traditionally weaned (TW) at 229 " 2.8 d of age at 262 " 25.40 kg. At time of TW, YI IS heifers were 202 " 15.0 d of age and weighed 249 " 6.8 kg. The YI TRS heifers were 27 " 12.2 d of age older ($P < 0.01$), than the YI IS heifers and had greater weights at time of TW. From EW to TW, the dams of the YI IS heifers had greater BCS than dams of YI TRS heifers, 6.6 " 0.80 and 5.8 " 0.78 ($P < 0.01$), as a result of lactation ending and allowing for increased biological utilization of grazing forage nutrition. Myers et al. (64) and Story et al. (97) also reported an increase in dam BCS and subsequent increased reproduction rate of 12% (64). Reproduction rate in the current study was not affected by early weaning as all dams were managed to a constant BCS prior to breeding. The dams of the YI IS heifers were put on winter range without additional supplementation under weight-loss management conditions. The dams of the TRS heifers were also put on winter range

30

managed to maintain or gain BCS. During the winter period, the dams of the YI TRS heifers required very little supplementation due to the mild winter in Akron, CO in 1999-2000. Early weaning the YI IS heifers had the very minor economic benefit of \$7.06 per dam less wintering cost than the dams of the YI TRS heifers as very little supplement was
 5 needed regardless of weaning strategy.

In year two, forty-eight YII IS heifers were weaned at a slightly older age than the first year ($P < 0.01$) 116 " 10.5 d of age and at a greater weight ($P < 0.01$) of 164 " 24.6 kg. Forty YII TRS heifers were traditionally weaned at a younger age ($P < 0.01$) than YI
 10 TRS heifers at 174 " 8.0 d of age due to drought conditions and the necessity to conserve range forage for winter consumption by dams. At the time of TW YII IS heifers were 25 " 5.3 d younger than YII TRS ($P < 0.01$) and weighed 190 " 28.9 kg. The YII TRS heifers had equal weights to YII IS heifers at this time. In contrast to YI, EW had no effect on dam BCS from EW to TW ($P = 0.76$) perhaps as a result of TW occurring 55 d
 15 earlier than in YII. Hence, dams of the weaned IS heifers did not have adequate time to increase BCS over the lactating dams of TRS between weaning dates. Therefore dams were not managed separately throughout the winter period.

Early weaning heifer calves in this study resulted in increased dam BCS YI as
 20 well as faster rates of gain than contemporaries that remained on dam. This is in agreement with Richardson et al. (95), Grimes and Turner (5), and Schoonmaker et al. (85). At the time of traditional-weaning YI and YII IS heifers that were early-weaned were not heavier than the YI and YII TRS heifers that were traditional-weaned as Peterson et al. (70) reported, however, weight per day of age (WDA) was greater for IS
 25 heifers than TRS heifers in YI.

The IS heifers 28 d weight gains throughout Phase I varied from 0.86 " 0.371 kg/d to 2.00 " 0.367 kg/d with an overall average of 1.25 " 0.139 kg/d (Figure 9) in YI. Variation in 28 d weight gains throughout PI in YII were similar to variation in YI,
 30 ranging from 0.47 " 0.581 kg/d to 2.45 " 3.804 kg/d with an overall average of 0.81 " 0.155kg/d (Figure 9). These variations in 28 d gains are attributed to adjusting feed rations to allow for gains that would induce early puberty via rapid growth of

approximately 1.3 kg/d in order to reach 65% of mature weight. Once the heifers began to cycle, the ration was decreased to avoid high BCS of heifers and possible negative impacts on subsequent reproduction/calving difficulty. Negative gains were reported in March of YII PI as a result of a limit fed diet, allowed intake to be approximately 8kg/hd/d. In addition, YII variation may also be explained by a high morbidity rate of IS heifers throughout PI.

During PI:YI, three IS heifers were taken off the study prior to breeding. One heifer died shortly after weaning due to some unknown cause, the second heifer had poor performance and negative gains, and the third heifer foundered. These losses may have been due to aggressive feeding during the early weaning period and were accounted for in the final economic analysis. Eight heifers were taken off study in the second year due entirely to death loss. Death loss of two heifers occurred shortly after weaning, attributed to respiratory disease. However, the remaining six YII IS heifers perished at various lengths into PI. Death of these heifers was attributed to and diagnosed as enterotoxaemia by a local veterinarian. The outbreak of enterotoxaemia is unexplained as all IS heifers were vaccinated for *Clostridium*, Type C and D and re-vaccinated after two IS heifers were lost to the disease. It may also be noted that no other feedlot cattle (including herd mates) experienced as great of a mortality or morbidity rate as result of this disease or any other disease. One explanation for high morbidity/mortality of the EW IS heifers may be due to a compromised immune system. At the time of EW, many IS heifers were sick with respiratory infections. It seems as though the IS heifers never really overcame the sickness and can be seen in ADG from EW to TW. These ADG were lower for YII IS heifers than for YI IS heifers despite similar nutritional management (Figures 1,2,3 and 4).

Puberty and Breeding

Puberty was reached at various ages dependent on the individual heifer (Table 6). Approximately one month prior to synchronization, YI IS heifers had 20% cycling compared to YI TRS heifers at 8% ($P < 0.01$). The induction of early puberty of the IS heifers can be attributed to nutritional management that allowed greater gains and increased weight at this particular time ($P < 0.01$; 314 " 28.0 kg and 293 " 31.47 kg). At

the same time in relation to synchronization, fewer YII IS heifers were cycling compared to YII TRS heifers ($P < 0.01$; 0% and 28%) even though YII IS heifers were heavier ($P < .01$; 296 " 32.8 kg and 259 " 43.5 kg); however, the older age of TRS heifers can explain the percent cycling between the two groups ($P < 0.01$; 228 " 10.5d and 252 " 8.0 d). At this time, fewer YII IS heifers were cycling than YI IS heifers ($P < 0.01$), even though they were older ($P < 0.01$). Perhaps an explanation may be that the YI IS heifers were heavier in weight ($P < 0.05$). Likewise, more YII TMS heifers were cycling ($P < 0.01$) at the same age ($P = 0.76$) but heavier weight ($P < 0.01$). The factors responsible for the differences in percent of heifers cycling between the two years are unknown.

10 However, many factors varied between years such as season, diet, genetica, and social environment, all of which had potential to affect timing of puberty. At the time of PGF injection the number of heifers cycling increased to 84% with 38 of 45 heifers pubertal, there was a similar ($P = 0.58$) increase to 75% in YII with 30 of 40 heifers pubertal. At this time YI IS heifers and YII IS heifers had similar weights (341 " 28.3 kg and 348 "

15 31.8 kg; $P = 0.26$) but YI IS heifers were younger than YII IS heifers (278 " 15.0 d and 291 " 10.5 d of age; $P < 0.01$). The YI and YII IS heifers were 68% and 70% of mature weight (assuming mature weight is 500 kg based on herd dams) at time of PGF injection. Also at AI of IS heifers, YI TRS heifers were 317 " 2.8 d and were much lighter than YI IS heifers (293 " 31.7 kg, $P < 0.01$). Similarly, YII TRS heifers were 316 " 8.0 d of age

20 and were also lighter than YII IS heifers (281 " 99.6 kg, $P < 0.01$ YII).

TABLE 6. Characteristics of Integrated and Traditional Replacement System heifers prior to synchronization and at time of prostaglandin injection.								
	1 mo prior to MGA				At time of PGF injection			
	Age (d)	Weight (kg)	WDA (kg/d)	Cycling (%)	Age (d)	Weight (kg)	WDA (kg/d)	Cycling (%)
YI IS	216 ± 15.0 ^a	314 ± 28.0 ^a	1.2 ± 0.09 ^b	20 ^b	278 ± 15.0 ^a	341 ± 28.3 ^a	1.2 ± 0.09 ^c	81 ^a
YI TRS	252 ± 2.8 ^a	332 ± 25.6 ^d	1.0 ± 0.04 ^a	8 ^a	314 ± 2.8 ^c	293 ± 31.7 ^a	0.9 ± 0.10 ^a	NA
YII IS	228 ± 10.5 ^b	296 ± 32.8 ^b	1.3 ± 0.24 ^c	0 ^a	291 ± 10.5 ^b	348 ± 31.8 ^a	1.2 ± 0.10 ^a	76 ^a
YII TRS	252 ± 8.0 ^c	259 ± 43.5 ^a	1.0 ± 0.17 ^a	28 ^b	316 ± 8.0 ^c	314 ± 20.2 ^b	1.0 ± 0.06 ^b	NA

Means in a column with different superscripts differ ($P < 0.05$).

Induction of early puberty of the IS heifers is attributed to the high plane of nutrition of the IS heifers. This conclusion is supported by Roux et al. (78) who reported a high plane of nutrition induced earlier onset of puberty and an increased percent of

25

heifers with regular estrous cycles. Schillo et al. (83) hypothesized that nutritional status affects timing of increasing LH pulses and may involve the LH pulse generating system in the hypothalamus through an unknown mechanism. Kinder et al (44) stated that changes in body mass or fatness somehow affect LH pulses. Pre-pubertal heifers fed limited amount of energy had prolonged estradiol suppression and release of LH pulses compared to those fed a high-energy diet. High-energy diets are thought to result in larger dominant follicles earlier in life. Although plane of nutrition is inversely related to age at puberty, pattern of gain has no effect on age at puberty (33) as long as heifers reach approximately 60-65% of mature body weight (51) prior to breeding. Likewise, the pattern of gain in the current study did not affect the onset of puberty. The addition of rumensin in the diet is also thought to have hastened the onset of puberty. Randel (27) summarized several studies and found diets that had high propionate production in the rumen led to puberty at lighter weights. Similarly, Moseley et al. (62) and Purvis and Whittier (72) found that diets containing ionophores decreased the age at onset of puberty, not related to ADG or BW.

Weight of heifers seemed to have more influence than age on puberty (Table 7). The IS heifers that reached puberty at less than 9-mo of age were similar in age ($P = 0.66$) and weight ($P = 0.15$). However, the IS heifers that reached puberty at greater than 9-mo of age were of similar weight ($P = 0.44$) but different ages ($P < 0.01$). The IS heifers in YI and YII that reached puberty prior to PGF injection were of similar weight ($P = 0.29$) and age ($P = 0.66$). This supports data that weight of heifers tend to have a greater impact on the timing of puberty than age (4,78,79).

TABLE 7. Characteristics of Integrated System heifers at onset of puberty ¹ .		
	YI	YII
Total Integrated System Heifers	43	38
Onset of Puberty		
Number of first heats	35	29
Age (d)	248 ± 31.4	313 ± 54.1
Weight (kg)	316 ± 42.9	329 ± 56.8
Onset of Puberty < 9 mo of age		
Number of first heats	23	6
Age (d)	233 ± 27.1	227 ± 31.3

21

Weight (kg)	296 ± 36.9	262 ± 82.4
Onset of Puberty > 9 mo of age		
Number of first heats	13	23
Age (d)	279 ± 6.0 ^a	335 ± 30.9 ^b
Weight (kg)	355 ± 21.4	347 ± 31.8
^a Onset of puberty determined by serum progesterone (> 1 ng/ml).		
^{a,b} Categorical means in the same row with different superscripts differ (P< 0.01).		

Heifers that became pregnant to sexed semen on the first service of AI was 23% and 8% of those cycling and fixed-time mated, YI and YII respectively (Table 8).

- 5 Overall conception rate and pregnancy rates were 71% and 58% YI and 21% and 16% YII. The low conception rate may be due to any one or a combination of properties of semen used such as low numbers and motility of semen in each dose (3 x 10⁶ YI and 6 x 10⁶ YII, with at least 35% post-thaw motility). Seidel et al. (87) found low-dose sexed-semen to lower conception rate by 10-20% over normal-dose non-sexed semen. In YII
- 10 pregnancy rate within each insemination was not affected by sexed semen sorted for X chromosome than non-sexed semen of the same dose (P = 0.51) for either first-service or second service (P = 0.56). Likewise, sires within YI and across YI and YII had no effect pregnancy as a result of first service (P = 0.87 and P = 0.45, YI and YII respectively). Technician also had no effect on pregnancy in YI (P = 0.93) and YII (P = 0.96).

15

TABLE 8. Reproduction rates of Integrated System heifers in Year I and Year II		
	YI	YII
Integrated System heifers	43	38
Number of Integrated System heifers cycling	35	29
Fixed-time Mating		
Pregnant heifers	8	3
Pregnancy Rate of cycling heifers	23%	10%
Pregnancy Rate of all heifers	19%	8%
Post breeding season		
Pregnant heifers	25	6
Pregnancy Rate of cycling heifers	71%	21%
Pregnancy Rate of all heifers	58%	16%

Pregnancy rate in YI was not acceptable when one considers heifers were given 3 to 4 opportunities to become impregnated. Pregnancy rates in YII were very disappointing and there is no explanation for such poor performance. Perhaps the high morbidity of the heifers in YII interfered with reproductive function. Perhaps the combination of sexed-semen, low-dose insemination straws with very young breeding age of heifers may explain low pregnancy rates. Further investigation is needed to fully evaluate and draw conclusions about the mechanisms involved.

Pregnancy as a result of the first artificial insemination on a first or subsequent estrus did not have an affect on pregnancy ($P = 0.97$). This result is in contrast to Byerley et al. (16) whom concluded that the first estrus was less fertile than the third estrus.

In YI fetal death occurred in 4 of the 25 IS heifers bred (16%). These IS heifers experienced early fetal loss and three were rebred by natural service as a result of IS heifers commingling with the normal herd during breeding season. These IS heifers were culled from the IS and sold as bred heifers at the local auction barn in Yuma, CO. Revenue (\$650.00 per IS heifer) from these late-bred IS heifers was received by the IS and is included in the economic analysis. The forth IS heifer that experienced fetal loss did not rebreed and was kept in the IS, finished and harvested with her pregnant IS heifer counterparts.

Phase III: Parturition to Harvest

Parturition for IS heifers was difficult, 9 of the 22 (41%) IS heifers experienced dystocia and required assistance (Table 9), of which, three required assistance of greater effort. Fifty percent of all calves born had calving ease scores of 2 or greater. Dams that gave birth to male calves experienced greater calving difficulty than dams with female progeny ($P < 0.05$); 56% of male calves and 44% of female calves were scored 2 or greater for calving difficulty. Dystocia problems probably stem from sire selection rather than due to heifer size or age. The two Black Angus bulls that semen was collected from in YI and packaged for AI did not differ in calving ease scores ($P = 1.0$). The two bulls had BW EPDs of 0.5 and 1.5 with accuracies of 0.82 and 0.37 at time of selection for this study. However, in the following breeding season the EPDs for BW for the 2 sires

increased to 2.3 and 4.1 with accuracies of 0.92 and 0.87 respectively. Birth weight did not statistically affect calving ease scores ($P = 0.41$), but had a positive correlation to CE ($P < 0.05$). It is believed that calf birth weights were the driving factor of dystocia as birth weight averaged 40 ± 4.7 kg. High calving ease scores probably affects calf performance.

5 This study showed no effect of CE on calf morbidity, ADG, or weaning weights. However, the small number of samples (20 calves) poses a problem for statistical analysis and a conclusion that CE has no effect on these factors would be misleading and inaccurate.

TABLE 9. Parturition and progeny of Year I Integrated System heifers.			
	Heifer Calves	Bull Calves	All Calves
Method of Mating Dam			
All Methods	12 (60%)	8	20
Sexed Semen (AI)	11 (69%)	5	16
Non-sexed Semen (AI)	0 (0%)	3	3
Natural Service	1 (100%)	0	1
Calf characteristics at Birth			
Birth weight (kg)	36 ± 10.7 ^a	40 ± 4.3 ^a	39 ± 4.6
Calving Ease ¹	1.3 ± 0.49 ^a	2.2 ± 0.75 ^b	1.6 ± 0.70
Calf Vigor ²	1.7 ± 1.13 ^a	1.8 ± 1.17 ^a	1.7 ± 1.13
¹ 1=no assistance; 2=assisted, easy; 3=assisted, very difficult.			
² 1=nursed immediately, calf health, strong; 2=nursed on own, but took some time.			
³ Means in a row with different superscripts differ ($P < 0.05$).			

10

Twelve of the 20 (60%) calves born were female (Table 9). Eleven of the 16 (69%) calves conceived from semen sorted for X-chromosome were female and all three calves conceived from non-sexed semen were bulls (100%) whereas the only calf born to natural serve was female (100%). Seidel et al. (87) reported that 86% of calves conceived from sexed semen are of the desired sex. The result of this data set of 69% of calves conceived to sexed semen were of desired sex, is not an adequate replication of their study as too few individuals were used. The low percent of desired sex was not expected as the true percent of X-chromosome sperm varied from 86-92% for the batches of semen used in the study.

20

The IS calves experienced 35% mortality and an additional 15% experienced morbidity. Two of the seven deaths occurred as a result of dystocia, with death occurring at or shortly after birth. Two deaths were due to accidents and the remaining three calves
5 perished as a result of diphtheria (diagnosed by the local veterinarian). Morbidity may have resulted from inadequate calving facilities. The IS heifers calved in a dry lot pen in the feedlot. Manure management of the pen was unsatisfactory and depth of manure caused udder cleanliness to be at sub-optimal. Calving management may be one of the greatest challenges of the IS. Calving out of synchrony with other herd-mates causes
10 labor difficulties. Additionally, calving in November through December at an operation where other feedlot animals occupy pens generate further difficulties if space is limited as well and contribute to time-management problems among employees. Weather conditions for the most part, did not affect calf mortality or morbidity as calves perished due to infectious disease rather than climatic conditions.

15

The high incidence of dystocia is consistent with data reported by Boucque (11). He reported that 24 and 25-mo-old SCH Belgian White heifers bred to Charolais sires resulted in caesarean procedures on 30-37.5% and 15-25% stillbirth or death within 24 h postpartum. The high incidence of dystocia was probably due to high calf birth weight
20 (43.8 kg and 43.9 kg). Roux et al. (78) reported similar calving difficulties in 10 mo old Friesian and Friesian X Charolais heifers bred to Aubrac and Angus sires; 39% assisted by a manager and 5% required veterinarian intervention. Incidence of calving difficulties has also reported by Bailey (5) using crossbred heifers; bred to Texas Longhorn sires less than 4% dystocia occurred, but when mated to Red Angus sires had 28% dystocia. Roux
25 et al. (78) also found that heifers experiencing dystocia had significantly smaller pelvic measurements than heifers that calved unassisted. In the current study, no pelvic measurements were recorded in YI; however, pelvic measurements of YII IS heifers were not different to YII TRS heifers; it can be speculated that YI results would have been similar. Coleou et al. (17) reported very similar calving difficulties to the current study.
30 In their study of Normand heifers calving at 19 mo of age, 31% required assistance, 14% experienced prenatal mortality of calves and there was 29% total mortality of calves before 3 months of age. Likewise, these calves had high birth weights of 38.5 kg.

Other researchers have also found that calf loss due to dystocia depends highly on level of supervision during calving (18). Simon et al (91) reported that under typical feedlot conditions, pregnant feedlot heifers displayed 29% calf death loss. They also reported that the high incidence of dystocia is due to a lack of facilities and unfavorable calving conditions. Nevertheless, a producer must use selection to optimize both calving case and progeny value according to the management ability (13).

Integrated System heifer and calf performance was acceptable in the feedlot. Weaning weights of IS calves averaged 116 " 26.1 kg at 109 " 16.7 d of age and overall average daily gain of 1.0 " 0.08 kg. Average daily gains for the IS heifers varied from 1.6 " 1.03 kg during late gestation to early lactation and then decreased to 0.4 " 0.34 kg during late lactation to weaning and increased from weaning to harvest to 1.4 " 0.31 kg. Average daily gain over the 157 d PIII feeding period for IS heifers was 1.4 " .31 kg. The IS heifer performance was fairly constant over all heifers. This may be because a high level of cross suckling occurred, so even though difference in calf age was high, each dam probably milked the same amount. Heifers that lost their calves at birth or shortly there after, continued to lactate to help support calves of other dams. Other researchers have also noted a high incidence of cross suckling among SCH rearing calves under feedlot conditions (13,35). Total live-weight produced from the final twenty-two IS heifers and calves was 894 " 65.7 kg. No mortality or morbidity was experienced by the IS heifers during Phase III.

Brethour and Jaeger (13) reported that for each day delay in weaning, calf gain was 0.54 kg while gain of the dam was reduced by the equivalent amount. They therefore early weaned calves at 10-12 weeks (70-90 d) of age. The current data also found that as lactation increased to support greater calf gain, dam gain decreased. Once calves were removed, gain increased for the IS heifers. However, it must be noted that only five animals ever experienced weight loss at any point during PIII and weight loss never exceeded 0.6 kg/d with in a 28 d weigh period. This weight loss may not have been body tissue, rather, may be attributed to gut fill as animals were not fasted prior to weighing nor were weights measured two consecutive days to minimize gut fill affect on weights.

Reiling et al (74) managed postpartum SCH in a feedlot on 85% concentrate diet at 13.4% CP. He noted that calves weaned at 117 d of age weighed 159 kg. Their results show better feedlot performance than the current study, however, Reiling et al. (74) weaned calves at an older age. They also reported that at the time of weaning, SCH had sub-cutaneous fat at a depth of 1.1 cm whereas, in the current study, IS heifer BF was 0.27 cm as determined by ultrasonography. In the current study, postpartum SCH were managed on 96% concentrate diet at 11.8% CP. The difference in performance between the two studies cannot be explained entirely by diet. However, varying season, genetics, and lactation ability may explain some of the difference. Brethour and Jaeger (13) found performance of SCH to be uneven, the previous comparison demonstrates variability in the system in relation to time, genetics, and management.

Phase IV: Carcass Characteristics

The IS heifers were harvested at 715 " 15.0 d of age (24-mo) weighing 613 " 46.1 kg. Colorado State University personnel and a USDA Grader measured means and standard deviations of carcass characteristics (KPH, fat thickness, degree of marbling, ribeye area, lean maturity scores, and bone maturity scores) (Table 11). Eight of the 22 IS heifers received bone maturity score of "B." However, all had lean maturity scores of "A" (Table 10), and only four of the 8 carcasses resulted in overall "B" maturity scores. These results support the theory proposed by other researchers, that pregnancy and lactation affect bone ossification to a greater extent than lean maturity scores (Table 12). Field et al. (76) reported the most exaggerated trend; 18 head of 33-mo-old SCH had lean maturity of "A" but bone maturity "C" According to USDA (103), carcasses with "C" skeletal or lean maturity will remain "C" maturity regardless of the other physiological score. Overall maturity remained "C" maturity. Waggoner et al. (105) reported average overall carcass maturity scores of the SCH were "B" (105 " 3.0), bone maturity score of "B" (116 " 3.6), and lean maturity score of "A" (80 " 3.2) with only 3 of 84 carcasses reported as AC@ maturity. Field et al. (26) reported that parity did not affect lean firmness. However, lean color tended to be darker as animal aged from yearling maiden heifers to 2-yr old maiden heifers. Pregnancy of 30-mo old SCH resulted in lighter lean color than 2-yr old maiden heifers. Some studies reported maiden females had greater

maturity scores in lean color (5,74,104,105). Hermesmeier et al. (35) reported that lactating SCH had greater lean maturity scores than did open heifers of the same age, but bone maturity scores did not differ. Therefore, overall maturity scores were greater for SCH than open heifers. In contrast, other research data found no difference between lean color of SCH and maiden heifers (10,14,26,78). In the current study, effect of pregnancy and lactation as separate factors on bone and lean maturity could not be accessed as the IS heifers that lost their calves continued to lactate as a result of cross-suckling.

TABLE 10. Carcass characteristics of Individual Integrated System heifers at Year 1.														
Animal ID	Bone Maturity	Lean Maturity	Overall Maturity	Degree of Marbling	HCW (kg)	PYG	Adjusted PYG	Adjusted Fat (cm)	REA (cm ²)	KPH (%)	Calculated		USDA Grade	
											Quality Grade	Yield Grade	Quality Grade	Yield Grade
152	70	60	65	390	724	3.3	3.3	0.52	13.3	1.5	Ch	2.60	Ch	3
155	90	100	95	610	756	2.5	2.6	0.24	11.4	1.5	Ch	2.62	Ch	2
108	80	80	80	570	762	3	3.1	0.44	13.1	2	Ch	2.70	Ch	2
110	80	100	90	410	746	3	3.2	0.48	13	2	Ch	2.77	Ch	2
167	130	60	95	460	888	3.3	3.3	0.52	14.9	2	Ch	2.81	Ch	3
165	80	80	70	360	791	3.5	3.3	0.52	13.5	2	Ch	2.89	Ch	2
179	110	70	90	480	929	3.5	3.5	0.6	15.4	2	Ch	3.00	Ch	3
192	70	70	70	420	777	3.5	3.4	0.44	14	2.5	Ch	3.07	Ch	3
134	60	70	65	460	821	2.2	3.3	0.52	13.3	2.5	Ch	3.16	Ch	3
151	70	70	70	500	820	3.3	3.3	0.53	12.9	2.5	Ch	3.29	Ch	3
186	120	50	85	520	828	3.3	3.4	0.56	13.1	2.5	Ch	3.35	Ch	3
131	180	90	135	410	848	3.8	3.9	0.78	14.8	2.5	Ch	3.39	Ch	3
127	80	110	95	430	848	3.3	3.4	0.56	11.5	1.5	Ch	3.74	Ch	3
180	60	80	70	520	733	3.7	3.7	0.68	11.6	2.5	Ch	3.77	Ch	3
193	70	70	70	440	766	4	4	0.8	12	2	Ch	3.97	Ch	3
137	170	60	115	490	911	4.3	4.3	0.92	13.7	2	Ch	4.28	Ch	3
177	140	60	100	500	836	4.8	4.8	1.12	14.5	2.5	Ch	4.34	Ch	4
138	80	70	75	340	751	2.7	2.7	0.28	15.3	1	Se	1.36	Se	2
213	70	90	80	380	698	2.7	2.8	0.32	12.5	1	Se	2.15	Se	2
163	60	70	65	350	760	2.8	3	0.4	12.2	2	Se	2.88	Se	2
143	180	80	130	380 ^a	778	3	3.3	0.52	14.4	2	Se	2.55	Se	2
205	160	60	110	430 ^a	737	3	3	0.4	11.9	2	Se	2.89	Ch	2

^a0-69-A⁺⁺; 100-199-B⁺⁺
^b300-399-Slight⁺-Slight⁺⁺; 400-499-Small⁺-Small⁺⁺; 500-599-Moderate⁺-Moderate⁺⁺; 600-699-Moderate⁺-Moderate⁺⁺

10 The IS heifers averaged Small degree of marbling (Table 11). Of the 17 carcasses that received overall maturity scores of "A", 14 carcasses received Choice quality grades, and 3 carcasses received Select quality grades (Table 10). Of the 5 carcasses that

78
48

received overall carcass maturity score "B", 1 of the carcasses had enough marbling (Modest⁰) to remain in the Choice quality grade. The other 4 carcasses received Standard quality grade as a result of Small degree of marbling. These four carcasses received financial discounts of \$11.87 per cwt (Table 5). Other discounts received included 9 of the 22 carcasses with YG of 3 at \$1.00/cwt and 2 of the 22 carcasses with YG of 4 at \$20.00/cwt. Consequently, one the carcasses that received YG 4 was also a "B" maturity carcasses. One of the 2 YG 4 had the minimum degree marbling to remain in Choice quality grade. However, since the discount for YG 4 is greater than for a Standard carcass, one should not keep animals on feed too long to attempt to increase intramuscular fat in order to overcome "B" maturity carcasses resulting in Standard grade. Furthermore the other carcasses that received YG 4 also received Standard quality grade and the discount for this particular carcass was \$36.87/cwt.

TABLE 11. Carcass characteristics of Integrated System heifers in Year I according to carcass maturity score classification.												
	n	HCW (kg)	Dressing (%)	Bone Maturity ^a	Lean Maturity ^a	Overall Maturity ^a	Marbling ^b	Adj. Fat (cm)	REA (cm ²)	KPH	Quality Grade	Yield Grade
"A" Maturity	17	357 ± 27.5	60 ± 2.3	80 ± 21.2	76 ± 15.8	78 ± 1.3	449 ± 77.1	1.28 ± 0.361	84.64 ± 7.991	1.94 ± 0.496	Small ^{BB}	2.95 ± 0.623
"B" Maturity	5	373 ± 30.2	61 ± 0.6	166 ± 8.8	70 ± 13.0	118 ± 10.5	434 ± 26.9	1.89 ± 0.526	89.42 ± 7.185	2.20 ± 0.219	Small ^{BB}	3.49 ± 0.657
All IS heifers	22	361 ± 28.2	60 ± 2.2	100 ± 41.9	73 ± 15.4	87 ± 20.7	446 ± 70.4	1.42 ± 0.521	85.72 ± 7.980	2.00 ± 0.463	Small ^{BB}	3.07 ± 0.687
0-99-A ^a -A ^{BB} ; 100-199-B ^a -B ^{BB}												
300-399-Choice ^a -Small ^{BB} ; 400-499-Small ^a -Small ^{BB} ; 500-599-Modest ^a -Modest ^{BB} ; 600-699-Modest ^a -Modest ^{BB}												

The IS heifers deposited intramuscular adequately as most were of Choice quality grade. However, due to the influence of "B" maturity, 4 carcasses were graded Standard. The occurrence of Standard carcasses are of major economical concern as these carcasses were discounted by \$11.87/cwt under the base price and Choice carcasses were given premiums of only \$0.97/cwt over the base price (Table 5). With this particular grid, it would take about 12 Choice carcasses to compensate for the discounts of a single Standard carcass of the same Yield Grade and weight. The USDA (103) made a change to the role of which B maturity plays in quality grades. Currently, B-maturity carcasses with less than modest degree of marbling will be graded standard; those carcasses with at least modest degree of marbling will receive the Choice grade or better. The new grading standard may increase the incidence of heiferetts graded Standard (75) from studies conducted on SCH studies in the past. Standard grade of a carcass is associated with discounts and may be a major economic impact on profitability of feeding SCH

(26,74,100,105).

In the current study, only 1 of the 4 "B" maturity carcasses remained in Choice quality grade due to Modest degree of marbling, whereas before the grade standard change, all 4 carcasses would have been graded Choice. Likewise, many previous studies that reported a high incidence of Choice carcasses would now result in lower grade of Standard. Hermesmeier et al. (36) reported that 74% of the SCH received USDA Choice, YG 3. Likewise, Reiling et al. (75) reported that approximately 50% of SCH would have received USDA Choice under the old USDA Grade Standards (102). However, under current USDA Standards (103) the percent of heiferettes that would receive the same grade would decrease to about 40%.

The results of this study are similar to the carcass characteristics found by many other SCH system studies (Table 12), even though animals were 24-mo of age compared to 30-mo old heifers. However, several studies have reported some carcass maturity scores of "C" (26,74,75,105). In the current study, no incidence of "C" maturity occurred. Similarly, Brethour and Jaegar (13) and Waggoner (105) found no carcasses with carcass maturity scores of "C".

TABLE 12. Review of previous research: single-calf heifer carcass characteristics.							
	n	Age (mo)	Bone Maturity ^a	Lean Maturity ^a	Overall Maturity ^a	Marbling ^b	Yield Grade
Field et al. (1997) Early Weaned Calves (120 d)	18	33.2	202	59	200	390	3.30
Waggoner et al. (1990) Early Weaned Calves (115 d)	52	30	116	80	105	500	2.00
Hermesmeier (1999a)							
Exp 1. Lactating	6	28	119	111	115	449	3.05
Exp 2. Early Weaned Calves (64 d, 89 d)	12	30	117	104	113	423	2.45
Exp 2. Lactating	10	30	145	141	143	407	2.89
Reiling et al. (1995) Early Weaned Calves (117 d)	29	27	98	68	82	475	3.08
Reiling et al. (1996)							
Exp 2. Early Weaned Calves (111 d)	23	32	139	120	138	415	2.27
Exp 2. Early Weaned Calves (111 d)	23	32	125	114	125	426	2.27
Exp 3. Normal Weaned Calves (211 d)	25	32	97	91	98	472	2.47
Exp 3. Normal Weaned Calves (211 d)	26	32	112	103	110	450	2.61
^a 0-99=A ⁺ -A ⁺ ; 100-199=B ⁺ -B ⁺ ; 200-299=C ⁺ -C ⁺							
^b 300-399=Slight ⁺ -Slight ⁺ ; 400-499=Small ⁺ -Small ⁺ ; 500-599=Modest ⁺ -Modest ⁺ ; 600-699=Moderate ⁺ -Moderate ⁺							

20

Warner-Bratzler Shear Force and Sensory Taste Panel

Waggoner et al. (105), Joseph and Crowley (42), and Bond et al. (10) reported that juiciness and flavor was not affected by parity nor was sensory panel tenderness.

Waggoner et al. (105) reported that sensory panelists found detectable connective tissue, myofibrillar and overall tenderness to be higher for yearling maiden heifers than either SCH or 2 yr-old maiden heifers. The WBS values were higher for SCH than maiden heifers. Therefore, calving had a negative affect on tenderness. Age increased sensory panel detectable connective tissue and the combined affect of age and parturition decreased tenderness over yearling maiden heifers. However, tenderness and palatability traits did not differ between 2 yr-old maiden heifers and SCH. Therefore, the SCH system resulted in meat palatability comparable to maiden heifers of a similar age as determined by sensory panelists. Vincent et al. (104) reported SCH did not differ in sensory panel ratings except for the oldest (33 mo of age) SCH, which had greater connective tissue. Joseph and Crowley (42) finished Hereford crossbred maiden heifers and SCH on pasture and reported that calved heifers appeared to be as acceptable to sensory panelists as maiden heifers and both were nearly as acceptable as steers. There was no significant difference in tenderness, juiciness or flavor between maiden heifers and SCH heifers. In the current study, 8 panelist rated the meat from the IS heifers quite acceptable. On an 8-point scale, panelists rated the steaks moderately juicy (6 " 0.99), moderate in muscle fiber tenderness (6 " 1.1), trace amount of connective tissue present (6 " 1.1), moderate in overall tenderness (6 " 0.95) and a flavor that is slightly detectable (1 " 0.61).

Classification of carcasses maturity as "A" or "B" did not affect any of the taste-panel characteristics evaluated ($P > 0.3$). Although increasing carcass maturity is associated with a decrease in tenderness, juiciness and an increase in flavor intensity and off flavors, Hilton et al. (37) similarly found position within a maturity group had a negligible effect on palatability. Likewise, other researchers have reported sensory taste panel traits were undifferentiated between "A" and "B" maturity carcasses (99). In contrast to these studies and the current study, Smith et al. (93,94) reported steaks from "A" and "B" maturity carcasses, within equal marbling scores, were significantly different. The correlation between "A" and "B" maturity classifications are not clear and

5 further research studies have provided evidence that has contributed to the confusion of the discrepancy between "A" and "B" maturity classifications and palatability. However, the combined effects of marbling and maturity, accounts for 30-40% of the observed variation in tenderness, 26% of the variation in juiciness, and 15% of variation in flavor (37).

10 All 22 steaks from the IS heifers were tender. The average Warner-Bratzler Shear force (WBS) value was 2.9 " 0.9. No incidence of tough steaks occurred in the current study as no steak exceeded WBS value of 4.5 (89). It is therefore concluded that steaks for 24-mo old SCH managed in the IS provide consumers with a highly palatable product.

Phase V: Economic Analysis

Economic analysis of each phase was conducted to determine net revenue/loss. Phase I (Table 13) of YI had a net loss of \$28,800.49, due mainly to investment of IS heifers (\$15,540.64) and 3 cows for androgenization (\$1,470.00). Breeding was the second most costly expenditure at \$3,210.74 followed by feed costs (\$8,697.39). Revenue (\$2,591.48) in Phase I was generated by cull androgenized cows and IS heifers due to poor feedlot performance (realizers).

TABLE 13. Income Statement for Year I Phase I.

REVENUES	# Head	Ave WT	Market Price	Total
Cull Androgenized Cow	3	16.44	\$44.00	\$2,170.08
Realizers	2	4.9	\$43.00	\$421.40
TOTAL				\$2,591.48
GROSS INCOME				\$2,591.48
EXPENSES				
Livestock	# Head	Ave WT	Market Price	Total
IS Heifers	46	3.28	\$103.00	\$15,540.64
Androgenized Cow	3	14	\$35.00	\$1,470.00
Death Loss of IS Heifer	1	3.28	\$103.00	\$337.84
TOTAL				\$17,348.48
Feed	# Head	Intake (ton)	Price/ton	Total
Corn	46	56.375	\$70.00	\$3,946.25
Alfalfa Hay		17.882	\$55.00	\$983.51
Medicated Feed		0.088	\$265.13	\$23.33
Supplement 517		13.372	\$185.00	\$2,473.82

Markup	84.6987	\$15.00	\$1,270.48	
TOTAL	172.4157	\$590.13	\$8,697.39	
Yardage	# Head	Rate	# Head Days	Total
Head In	43	\$0.20	9988	\$1,997.60
Dead	1	\$0.20	35	\$7.0
Realized	2	\$0.20	340	\$68.00
TOTAL	46		10363	\$2,072.60
Health	# Head	Rate		Total
Processing	48	\$1.00		\$48.00
Hospital drugs		\$10.76		\$10.76
Chute Charge	4	\$1.00		\$4.0
TOTAL				\$62.76
Breeding Cost	# Head	Rate		Total
MGA	43	\$3.08		\$132.44
PGF	43	\$2.10		\$90.30
Semen Sorting Fee	83	\$20.00		\$1,660.00
Semen Dose	83	\$12.00		\$996.00
Technician Fee	83	\$4.00		\$332.00
TOTAL				\$3,210.74
TOTAL OPERATING EXPENSE				\$31,391.97
NET REVENUE/LOSS (<i>Income-expenses</i>)				(\$28,800.49)

Phase II (Table 14) revenue was generated by sale of 18 IS heifers that had failed to get pregnant. These heifers were sold immediately after the final pregnancy check for \$11,880.00. The expenses totaled \$1,860.69. Pasture lease was \$13.00 per AUM and each IS heifer was considered .65 AUM. The 18 open IS heifers remained in pasture with their pregnant counterparts for about 1 2 mo. The 25 pregnant IS heifers remained in pasture for about 6 2 mo. Net revenue for PII was \$10,019.31. Phase III (Table 15) had a net revenue of \$18,866.02. Major expenses included death loss of calves from the IS heifers (\$2,415.60) and feed costs of \$6,206.31. The major source of revenue was created by 22 IS heifers that were fed to finish and harvested. These heifers were marketed according to carcass merit (Table 5). Revenue created (\$21,510.53) by the IS heifers are categorized according to carcass merit in Table 16.

The IS was not more profitable than traditional management system of non-replacement heifers in which heifer calves are weaned at a traditional age of 200 d and sold immediately after weaning (Table 17). The gross revenue of the TMS was \$21,834.80 generated by sale of 43 TW calves at \$88.00/lb. Expense of the TMS was

cow cost. Cow cost was calculated by taking the latest 5-year cow costs at RCRC and averaging (\$19,352.58) then multiplying by 43 TMS calves. The difference between the IS and the TMS was \$3,944.67 in favor of the TMS. However, in the simulations (Table 18) at 58% pregnancy rate, calf survival increased the difference to \$3,679.36 in favor of the IS. This result demonstrates the economic importance of calf survival. By decreasing the number of calves that died from 27% to 2%, revenue increased by \$7,624.03. It is therefore evident that calving management must take a priority in the final phase of the system. As stated previously, this period of time and level of supervision required may cause labor management problems. Hence, individual producers should evaluate adoption of this system according to management abilities.

The simulations (Table 18) showed that under the assumptions, the IS can be profitable above the TMS. The most appropriate figures to assess the system are those associated with 80% reproduction rate. This rate is the most acceptable pregnancy rate and could probably be achieved with the IS with further development and research into the project. At this pregnancy rate revenue above the TMS would be \$7,321.37. However, achieving this pregnancy rate may or may not be accomplished. The simulations did not include wages for labor during the calving season nor did it include interest rates or opportunity costs. The simulations reported in this study should therefore be interpreted with caution, as profitability would certainly fall if these factors were included.

Implications

The integrated system in which early-weaning and sexed-semen are incorporated into the single-calf heifer system, is an accelerated system that allows one calf to be born to a heifer targeted for slaughter at 24-mo of age. The IS depends on achieving an early puberty allowing a IS heifer to be bred at 10-mo of age. A strong limiting factor of the system is the ability or the inability of a heifer at that age to become pregnant. Consumer satisfaction will not be jeopardized by meat provided by IS heifers as the end product is highly palatable to a taste-panel and very tender according to Warner-Bratzler Shear force. If a high reproduction rate can be achieved and calf mortality kept to a minimum, great profitability can be achieved over selling non-replacement heifers immediately following weaning at a traditional age. Although the IS has potential to be profitable and

57

provide quality end product to the consumer, adoption of the system by an operation should be assessed on an individual basis according to managerial ability.

The discussion included in this Patent Cooperation Treaty patent application is intended to serve as a basic description of the invention. The reader should be aware that the specific discussion may not explicitly describe all the embodiments of the invention that are possible; many alternatives are implicit. It also may not fully explain the generic nature of the invention and may not explicitly show how each feature or element can actually be representative of a broader function or of a great variety of alternative or equivalent elements. Again, these are implicitly included in this disclosure. Where the invention is described in functionally-oriented terminology, each aspect of the function can be accomplished by a device, subroutine, or program. Apparatus claims may not only be included for the devices described, but also method or process claims may be included to address the functions the inventions and each element performs. Neither the description nor the terminology is intended to limit the scope of the claims.

Further, each of the various elements of the invention and claims may also be achieved in a variety of manners. This disclosure should be understood to encompass each such variation, be it a variation of any apparatus embodiment, a method or process embodiment, or even merely a variation of any element of these. Particularly, it should be understood that as the disclosure relates to elements of the invention, the words for each element may be expressed by equivalent apparatus terms or method terms — even if only the function or result is the same. Such equivalent, broader, or even more generic terms should be considered encompassed in the description of each element or action. Such terms can be substituted where desired to make explicit the implicitly broad coverage to which this invention is entitled. As but one example, it should be understood that all actions may be expressed as a means for taking that action or as an element that causes that action. Similarly, each physical element disclosed should be understood to encompass a disclosure of the action that physical element facilitates. Regarding this last aspect, as but one example, the disclosure of an “estrous synchronization element” should be understood to encompass disclosure of the act of “synchronizing estrous” — whether explicitly discussed or not — and, conversely, were there only disclosure of the act of

"synchronizing estrous", such a disclosure should be understood to encompass disclosure of a "estrous synchronization element" and even a means for "synchronizing estrous". Such changes and alternative terms are to be understood to be explicitly included in the description.

5

Additionally, various combinations and permutations of all elements of applications can be created and presented. All can be done to optimize the design or performance in specific applications.

10 Any acts of law, statutes, regulations, or rules mentioned in this application for patent; or patent, publications, or other references mentioned in this application for patent are hereby incorporated by reference herein. Specifically, United States Provisional Patent Application Nos. 60/211093, filed on June 12, 2000 and 60/224,050, filed on August 9, 2000, and United States Patent Application No. 09/001,394, filed on December 15 31, 1997 and United States Patent Application No. 09/015,454, filed January 29, 1998 and PCT/US99/17165, filed July 28, 1999, and "Cost Effectiveness of Utilizing Sexed-Semen in a Commercial Beef Cow Operation," thesis of Nanette Lynn Steel, Department of Agriculture and Resource Economics, Summer of 1998 are each hereby incorporated by reference.

DOCUMENT NO.	DATE	NAME	CLASS	SUBCLASS	FILING DATE
32,350	02/10/87	Bhattacharya	204	180.1	11/22/74
3,687,806	08/29/72	Van den Bovenkamp	195	1.3	11/04/69
3,829,216	08/13/74	Persidaky	356	36	
3,894,529	07/15/75	Shrimpton	128	1 R	04/10/69
4,009,260	02/22/77	Ericson	424	105	12/11/74
4,067,965	01/10/78	Bhattacharya	424	105	12/17/75
4,083,957	04/11/78	Lang	424	78	02/04/76
4,085,205	04/18/78	Hancock	424	105	01/24/77
4,092,229	05/30/78	Bhattacharya	204	180 R	10/20/76
4,155,831	05/22/79	Bhattacharya	207	299 R	02/23/78
4,191,749	03/04/80	Bryant	424	105	10/11/77
4,225,405	09/30/80	Lawson	204	180 R	08/16/78

4,276,139	06/30/81	Lawson	204	180 R	10/09/79
4,339,434	07/13/82	Ericsson	424	105	08/17/81
4,362,246	12/07/82	Adair	209	3.3	07/14/80
4,448,767	05/15/84	Bryant	424	85	02/15/80
4,501,366	02/26/85	Thompson	209	556	12/14/82
4,511,661	04/16/85	Goldberg	436	503	12/30/83
4,660,971	04/28/87	Sage et al.	356	39	05/03/84
4,680,258	07/14/87	Hammerling et al	435	7	08/09/83
4,680,258	07/14/87	Hammerling et al	435	7	08/09/83
4,698,142	10/06/87	Muroi et al	204	182.3	07/31/85
4,749,458	06/07/88	Muroi et al	204	182.3	03/02/87
4,988,619	01/29/91	Pinkel	435	30	11/30/87
4,999,283	03/12/91	Zavos et al	435	2	08/18/89
5,021,244	06/04/91	Spaulding	424	561	05/12/89
5,135,759	08/04/92	Johnson	424	561	04/26/91
5,346,990	09/13/94	Spaulding	530	350	03/12/91
5,371,585	12/06/94	Morgan et al.	356	246	11/10/92
5,439,362	08/08/95	Spaulding	424	185.1	07/25/94
5,466,572	11/14/95	Sasaki et al.	435	2	04/25/94
5,483,469	01/09/96	Van den Engh et al.	364	555	08/02/93
5,503,994	04/02/96	Shear et al.	436	90	10/08/93
5,514,537	05/07/96	Chandler	435	2	11/28/94
5,589,457	12/31/96	Wiltbank	514	12	07/03/95
5,602,039	02/11/97	Van den Engh	436	164	10/14/94
5,602,349	02/11/97	Van den Engh	73	864.85	10/14/94
5,660,997	08/26/97	Spaulding	435	7.21	06/07/95
5,690,895	11/25/97	Matsumoto et al.	422	73	12/06/96
5,700,692	12/23/97	Sweet	436	50	09/27/94
5,726,364	03/10/98	Van den Engh	73	864.85	02/10/97
5,880,457	03/09/99	Tomiyama et al.	250	207	06/16/97
5,985,216	11/16/99	Rens et al.			07/24/97
6,071,689	06/06/00	Seidel et al.	435	2	01/29/98

DOCUMENT NO	DATE	COUNTRY	CLASS	SUBCLASS
WO 96/12171	10/13/95	United States	6	
WO 98/34094	06/08/98	New Zealand		

WO 99/05504	07/24/98	United States		
WO 99/33956	08/07/99	United States		
WO 99/38883	05/08/99	United States		
WO 99/42810	26/08/99	United States		
WO 00/06193	10/02/00	United States		

Akhtar, S., et al., "Prevalence of Five Stereotypes of Bluetongue Virus in a Rambouillet Sheep Flock in Pakistan", <i>Veterinary Record</i> 136, 1995, p. 495. Akhtar, S., et al., "Sex Preselected in Cattle: a Field Trial", <i>Veterinary Record</i> 136, 1995, p. 495-496. Aldrich, S. L., Berger, L.L., Reiling, B.A., Kegler, D.L., and Nagh, T.G.. 1995. "Parturition and periparturient reproductive and metabolic hormone concentration in prenatally androgenized beefheifer", <i>J. Anim. Sci.</i> 73:3712. Amann, R. P. "Issues affecting commercialization of sexed sperm". <i>Therio</i>: 52:1441, 1999 Amann, R.P. et al, "Prospects For Sexing Mammalian Sperm," Colorado Associated University Press, Animal Reproduction Laboratory College of Veterinary Medicine and Biomedical Sciences, Colorado State University, Fort Collins, CO, 80523, 1982 American Meat Science Association in cooperation with National Livestock and Meat Board. "Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat", 1995 Amoah, E.A. and Gelaye, S. 1996. Biotechnological advances in goat reproduction. <i>J. Anim. Sci.</i> 75(2):578-585. Andersen, V.K., Aamdal, J. and Fougner, J.A. 1973. Intrauterine und tiefzervikale Insemination mit Gefriersperma beim Schaf. <i>Zuchthygiene</i>. 8:113-118. "Applying Semen Sexing Technology to the AI Industry", National Association of Animal Breeders, September 2000, pp. 1-16 Bagley, C. P. 1993. Nutritional management of replacement beef heifers -A review. <i>J. Anim. Sci.</i> 71:3155-3163. Bailey, C. M., Reid, C.R., Ringkob, T.P., Koh, Y.O., and Foote, W.D. "Nulliparous versus primiparous crossbred females for beef." <i>J. Anim. Sci.</i> 69:1403., 1991 Baker, R.D., Dzink, P.J. and Norton, H.W. 1968. Effect of volume of semen, number of sperm and drugs on transport of sperm in artificially inseminated gilts. <i>J. Anim. Sci.</i> 27:88-93. Barnes, F.L., and Byestone, W.H., "Early Cleavage and the Maternal Zygotic Transition in Bovine Embryos", <i>Theriogenology</i>, Vol. 33, No. 1, January 1990, pp. 141-149 Becker, S.B. and Johnson, A.L. 1992. Effects of gonadotropin releasing hormone infused in a pulsatile or continuous fashion on serum gonadotropin concentrations and ovulation in the mare. <i>J. Anim. Sci.</i> 70:1208-1215. Bedford, S. J. and Hinrichs, K. 1994. The effect of insemination volume on pregnancy rates of pony mares. <i>Theriogenology</i> 42:571-578. Bellows, R. A., Short, R.B., Anderson, D.C., Knapp, B.W., and Palmish, O.F. "Cause and effect relationships associated with calving difficulty and calfbirth weight", <i>J. Anim. Sci.</i> 33:407, 1971 Bernardinelli, J. G., R. A. Dailey, R. L. Butcher, and E. K. Inskeep. "Source of progesterone prior to puberty in beef heifers". <i>J. Anim. Sci.</i> 49:1276., 1979 Berger, G.S. 1987. Intratubal insemination. <i>Fert. Steril.</i> 48:328-330. Bergfeld, E. G., Kojima, F.N., Cupp, A.S., Wehman, M.E., Peters, K.T., Garciswinder, M., and Kinder, J.E., "Ovarian follicular development in prepubertal heifers is influenced by level of dietary energy-intake", <i>Bio. of Repro.</i> 51:1051, 1994
--

Berry, B. W., Smith, G.C., and Carpenter, "Beef carcass maturity indicators and palatability attributes", <i>J. Anim. Sci.</i> 38:507, 1974
Beyhan, Z., et al., "Sexual Dimorphism in IVM-IVF Bovine Embryos Produced from X and Y Chromosome-bearing Spermatozoa Sorted by High Speed Flow Cytometry", <i>Theriogenology</i> 52, 1999, pp. 35-48.
Blanchard, T. and Dickson, V., Stallion Management, <i>The Veterinary Clinics of North America, Equine Practice</i> , Vol. 8, No. 1, April 1992, pp 207 - 218.
Bond, J., et al., "Growth and carcass traits of open beef heifers versus beef heifers that have calved", <i>Nutrition Reports International</i> 34:621. 1986
Boucque, C. V., et al., "Beef-production with maiden and once-calved heifers", <i>Livestock Prod. Sci.</i> 7:121. 1980
Bourdon, R. M. and J. S. Brinks. "Simulated efficiency of range beef -production". Culling strategies and nontraditional management-systems. <i>J. Anim. Sci.</i> 65:963. 1987
Bracher, V. and Allen, W.R., "Videoendoscopic Examination of the Mare's Uterus: Findings in Normal Fertile Mares", <i>Equine Veterinary Journal</i> , Vol. 24 (1992), pp. 274-278
Brasclon, W.E. and McShan, W.H. 1970. Purification and properties of follicle stimulating and luteinizing hormones from horse pituitary glands. <i>Arch. Biochem. Biophys.</i> 139:45-48.
Brethour, J. R., "The single-calfheifer system", <i>Kana. Agric. Sta. Rep. Prog.</i> 570. 1989
Brethour, J.R. and Jaeger, J.R., "The Single Calf Heifer System", <i>Kansas Agric. Sta. Rep of Progress</i> 570, 1989.
Bristol, S.P. 1982. Breeding behavior of a stallion at pasture with 20 mares in synchronized oestrus. <i>J. Reprod. Fert. Suppl.</i> 32:71.
Brookes, A. J. and Obyrne, M., "Use of cow-heifers in beef production", <i>J. of the Royal Agricultural Society of England</i> 126:30. 1965
Buchanan, B.R., et al, "Insemination of Mares with Low Numbers of Either Unsexed or Sexed Spermatozoa", <i>Theriogenology</i> , Vol. 53, pp 1333-1344, (2000)
Burns, P. D. and Spitzer, J.C., "Influence of biostimulation on reproduction in postpartum beef-cows", <i>J. Anim. Sci.</i> 70:358. 1992
Burwash, L.D., Pickett, B.W., Voas, J.L. and Back, D.G. 1974. Relationship of duration of estrus to pregnancy rate in normally cycling, non-lactating mares. <i>J.A.V.M.A.</i> 165:714-716.
Byerley, D. J., et al., "Pregnancy rates of beef heifers bred either on puberal or 3rd estrus". <i>J Anim. Sci.</i> 65:645. 1987
Caalick, E.A., "The Vulva and the Vulvo-vaginal Orifice and its Relation to Genital Health of the Thoroughbred Mare" <i>Cornell Veterinarian</i> , Vol. 27, 1937, pp. 178-187
Catt, et al., "Assessment of Ram and Boar Spermatozoa During Cell-Sorting by Flow Cytometry" <i>Reproduction Dom Animal</i> , Vol. 32, 1997, pp 251-258.
Catt, S.L., et al., "Birth of a Male Lamb Derived from an In Vitro Matured Oocyte Fertilized by Intracytoplasmic Injection of a Single Presumptive Male Sperm", <i>Veterinary Record</i> 139, 1996, pp. 494-495.
Cattell, et al., "Assessment of Ram and Boar Spermatozoa During Cell-Sorting by Flow Cytometry", <i>Reproduction Dom Animal</i> , Vol. 32, pp 251-258 (1997)
Chin, W.W. and Boime, I. 1990. In: <i>Glycoprotein Hormones</i> . Scrona Symp. Norwell, MA. pp. 19-20
Chung, Y.G., Schenk, J.L., Herickhoff, L.A. and Seidel, G.E. Jr. 1998. Artificial insemination of superovulated heifers with 600,000 sexed sperm. <i>J Anim. Sci. Suppl.</i> 1. 836:215. abstr.
Clement, F., Vincent, P., Mahla, R., Meriaux, J.C. and Palmer, E. 1998. Which insemination fertilizes when several successive inseminations are performed before ovulation. <i>7th Int. Symp. Eq. Repro.</i> 151. abstr.
Coleou, J., et al., "Essai de velage tres precoce de genisses en vue de la production de viande." <i>Essai</i>

Vauz/ Aure no.50, programme USFGC-INAPG-ITFC. 1974
Cran, D.G., et al, "Production of Lambs by Low Dose Intrauterine Insemination with Flow Cytometrically Sorted and Unsorted Semen", <i>Theriogenology</i> , Vol. 47, pp. 267, (Abstract), (1997)
Cran, D.G., et al, "Production of Bovine Calves Following Separation of X- and Y- Chromosome Bearing Sperm and In Vitro Fertilisation", <i>Veterinary Record</i> 132, 1993, pp. 40-41.
Crowley, J. P. The facts of once-bred heifer production. (Ed) J.B. Owens. The maiden female-a means of increasing meat production. School of Agric., Univ. of Aberdeen, Scotland. 1973
Curran, S. 1998. In: <i>Equine Diagnostic Ultrasonography. Fetal gender determination</i> . Rantanen & McKimmon. 1 st Ed. Williams and Wilkins. pp. 165-169.
Day, B.N., Absydeera, L.R., Johnson, L.A., Welch, G.R., Wang, W.H., Cantley, T.C. and Rieke, A. 1998. Birth of piglets preselected for gender following in vitro fertilization of in vitro matured pig oocytes by X and Y bearing spermatozoa sorted by high speed flow cytometry. <i>Theriogenology</i> . 49(1):360. abstr.
Dean, P.N., Pinkal, D. and Mendelsob. n, M.L. 1978. Hydrodynamic orientation of spermatozoa heads for flow cytometry. <i>Biophys. J.</i> 23:7-13.
Demick, D.S., Voss, J.L. and Pickett, B.W. 1976. Effect of cooling, storage, glycerization and spermatozoal numbers on equine fertility. <i>J. Anim. Sci.</i> 43:633-637.
DenDaas, J.H.G., De Jong, G., Lansbergen, L.M.T.B. and Van Wagtenonk-De Leeuw, A.M. 1998. The relationship between the number of spermatozoa inseminated and the reproductive efficiency of dairy bulls. <i>J Dairy Sci.</i> 81: 1714-1723.
Denham, A. "In-vitro studies on sandhill range forage as related to cattle preference", M.S. Thesis. 1965. Colorado State University.
Deutscher, G. H. "Extending interval from seventeen to nineteen days in the melenegestrol acetate-prostaglandin estrous synchronization program for heifers". <i>The Professional Animal Scientist</i> 16:164. 2000
Diagnostic Products Corporation. Coat-A-Count® Progesterone.com. 1998.
Dikeman, M. E. "Cattle production systems to meet future consumer demands. <i>J. Anim. Sci.</i> 59:1631, 1984
Dimyas, A., et al., "Timing of the First Cleavage Post-insemination Affects Cryosurvival of In Vitro-produced Bovine Blastocysts", <i>Molec Reprod develop</i> 53, 1999, pp 318-324.
Donaldson, L. E., "Effect of Insemination Regimen on Embryo Production in Superovulated Cows", <i>The Veterinary Record</i> , July 13, 1985, pp. 35-37
Donoghue, A.M., Byers, A.P., Johnston, L.A., Armstrong, D.L. and Wildt, D.B. 1996. Timing of ovulation after gonadotropin induction and its importance to successful intrauterine insemination in the tiger (<i>Panthera tigris</i>). <i>J. Reprod. Fert.</i> 107:53-58.
Douglas, R.H., Nuti, L. and Ginther, O.J. 1974. Induction of ovulation and multiple ovulation on seasonally-anovulatory mares with equine pituitary fractions. <i>Theriogenology</i> . 2(6): 133-142.
Douglas, R.H. 1979. Review of superovulation and embryo transfer in the equine. <i>Theriogenology</i> . 11:33-46.
Doyle, S. P., et al. "Artificial insemination of lactating angus cows with sexed semen". <i>Proc. Western Sect. Am.Soc.Anim. Sci.</i> 50:203. 1999
Duchamp, G., Bour, B., Combarnous, Y. and Palmer, E. 1987. Alternative solutions to hCG induction of ovulation in the mare. <i>J. Reprod. Fert. Suppl.</i> 35:221-228.
Evans, M.J. and Irvine, C.H.G. 1977. Induction of follicular development, maturation and ovulation by gonadotropin releasing hormone administration to acyclic mares. <i>Bio. Reprod.</i> 16:452-462.
Ferrell, C. L. and T. G. Jenkins. "Energy-Utilization by Mature, nonpregnant, nonlactating cows of different types" <i>J. Anim. Sci.</i> 58:234. 1984
Ferrell, C. L. "Effects of post-weaning rate of gain on onset of puberty and productive performance of heifers of different breeds. <i>J. Anim. Sci.</i> 55:1272. 1982

Field, R. A., et al., "Bone-ossification and carcass characteristics of wethers given silastic implants containing estradiol". J. Anim. Sci. 68:3663-3668. 1990
Field, R., R. et al., "Growth, carcass, and tenderness characteristics of virgin, spayed, and single-calf heifers.", J. Anim. Sci. 74:2178. 1996
Fitzgerald, B.P., Peterson, K.D. and Silvia, P.J. 1993. Effect of constant administration of a gonadotropin-releasing hormone agonist on reproductive activity in mares: Preliminary evidence on suppression of ovulation during the breeding season. Am. J. Vet. Res. 54:1746-1751.
Fluharty, F. L., et al., "Effect of weaning and diet on growth of calves." Research and Reviews. The Ohio State University Department of Animal Sciences. 1996
Fluharty, F.L., et al., "Effects of Age at Weaning and Diet on Growth of Calves", Ohio Agri. Res. and Dev. Circular, 1996, 156: 29.
Foulkes, J.A., Stewart, D.L. and Herbert, C.N. 1977. Artificial insemination of cattle using varying numbers of spermatozoa. Vet. Rec. 101:205.
Fugger, B.F., "Clinical Experience with Flow Cytometric Separation of Human X- and Y- Chromosome Bearing Sperm", Theriogenology, Vol. 52, pp. 1435-1440 (1999)
Fulwyler, M.J. 1977. Hydrodynamic orientation of cells. J Histochem. Cytochem. 25:781-783.
Fulwyler, M.J. 1965. Electronic separation of biological cells by volume. Science. 150:910.
G.E. Seidel, Jr., "Artificial Insemination With X-and Y-Bearing Bovine Sperm", Animal Reproduction and Biotechnology Laboratory, Colorado State University, Fort Collins, CO; Germplasm and Gamete Physiology Lab, ARS, USDA, Beltsville, MD; Atlantic Breeders Coop, Lancaster, PA; DUO Diary, Loveland, CO, USA January 1996.
Garner, D.L., Gledhill, B.L., Pinkel, D., Lake, S., Stephenson, D., Van Dilla, M.A. and Johnson, L.A. 1983. Quantitation of the X and Y chromosome-bearing spermatozoa of domestic animals by flow cytometry. Biol. Reprod. 28:312-321.
Ginther, O.J. 1983. Sexual behavior following introduction of a stallion into a group of mares. Theriogenology. 19:877.
Ginther, O.J. 1992. In: <i>Reproductive Biology of the Mare</i> . (2 nd Ed.) Equiservices, Cross Plains, WI.
Gledhill, B.L. 1988. Gender preselection: historical, technical and ethical perspective. Semin. Reprod. Endocrinol. 6:385-395.
Gombe, S. and Hansel, W. "Plasma luteinizing-hormone (LH) and progesterone levels in heifers on restricted energy intakes." J. Anim. Sci. 37:728. 1973
Gourley, D.D. and Riese, R.L. 1990. Laparoscopic artificial insemination in sheep. Vet. Clin. N. Amer. Food Anim. Prac. 6(3):615-633.
Gravert, H. O., "Genetic Aspects of Early Calving." In: J.C. Taylor (Ed.) The early calving of heifers and its impact on beef production. 59. 1975
Gregory, K. E., et al., "Characterization of biological types of cattle III 2." Growth-rate and puberty in females. J. Anim. Sci. 49:461. 1979
Grimes, I. F. and T. B. Turner. "Early weaning of fall born calves II." Post weaning performance of early and normal-weaned calves. I. Prod. Agric. 4:168. 1991
Grundahl, C., et al, "In Vitro Production of Equine Embryos", Biology of Reproduction, Monograph Series I, pp. 299-307 (1995)
Guillou, F. and Combarnous, Y. 1983. Purification of equine gonadotropins and comparative study of their acid-dissociation and receptor-binding specificity. Biochem. Biophys. Acta. 755:229-236.
Gurnsey, M.P., and Johnson, L.A., "Recent improvements in efficiency of flow cytometric sorting of X and Y- chromosome bearing sperm of domestic animals: a review", 1998, New Zealand Society of Animal Protection, three pages.
Hall, J. B., et al., "Effect of age and pattern of gain on induction of puberty with a progestin in beef heifers." J. Anim. Sci. 75:1606. 1997

Hamano, K., et al., "Gender Preselection in Cattle with Intracytoplasmically Injected, Flow Cytometrically Sorted Sperm Heads", <i>Biology of Reproduction</i> 60, 1999, pp. 1194-1197.
Harrison, L.A., Squires, E.L. and McKimmon, A.O. 1991. Comparison of hCG, buserelin and luprostiol for induction of ovulation in cycling mares. <i>Eq. Vet. Sci.</i> 3:163-166.
Harte, F. J. "System of production of beef from once calving heifers." In: J.C. Taylor (Ed.) <i>The early calving of heifers and its impact on beef production</i> . 123. 1975
Hawk, H. "Fertilization Rates in superovulating cows after deposition of semen on the infundibulum near the uterotubal junction or after insemination with high numbers of sperm.", XP-002103478, <i>Biosis</i> , 1988, one page.
Hemkenmeyer, G. N., et al. "Effects of lactation and prenatal androgenization on the performance, carcass composition and longissimus muscle sensory characteristics of heifers in the single-calf heifer system." <i>The Professional Animal Scientist</i> 15:14. 1999
Hemkenmeyer, G. N., et al. "Effects of prenatal androgenization and implantation on the performance and carcass composition of lactating heifers in the single-calf heifer system." <i>The Professional Animal Scientist</i> 15:173. 1999
Hilton, G. G., et al., "An evaluation of current and alternative systems for quality grading carcasses of mature slaughter cows." <i>J. Anim. Sci.</i> 76:2094. 1998
Ho, L., et al., "Influence of gender, breed and age on maturity characteristics of sheep." <i>J. Anim. Sci.</i> 67:2460-2470. 1989
Hofferer, S., Lecompte, F., Magallon, T., Palmer, E. and Combarnous, Y. 1993. Induction of ovulation and superovulation in mares using equine LH and FSH separated by hydrophobic interaction chromatography. <i>J. Reprod. Fert.</i> 98:597-602.
Hohenboken, W. D. "Applications of sexed semen in cattle production." <i>Therio</i> 52:1421. 1999
Holtan, D.W., Douglas, R.H. and Ginther, O.J. 1977. Estrus, ovulation and conception following synchronization with progesterone, prostaglandin F2 and human chorionic gonadotropin in pony mares. <i>J. Anim. Sci.</i> 44:431-437.
Householder, D.D., Pickett, B.W., Voss, J.L. and Olar, T.T. 1981. Effect of extender, number of spermatozoa and hCG on equine fertility. <i>J. Equine Vet. Sci.</i> 1:9-13.
Howard, J.G., Roth, T.L., Byers, A.P., Swanson, W.F. and Wildt, D.E. 1997. Sensitivity to exogenous gonadotropins for ovulation and laparoscopic artificial insemination in the cheetah and clouded leopard. <i>Biol. Reprod.</i> 56:1059-1068.
Howard, J.G., Bush, M., Morton, C., Morton, F., Wentzel, K. and Wildt, D.E. 1991. Comparative semen cryopreservation in ferrets (<i>Mustela putorius furo</i>) and pregnancies after laparoscopic intrauterine insemination with frozen-thawed spermatozoa. <i>J. Reprod. Fert.</i> 92:109-118.
Hunter, R.H.F. 1980. Transport and storage of spermatozoa in the female reproductive tract. <i>Proc 4th Int. Congr. Anim. Reprod. and A.I.</i> 9:227-233.
Hyland, J.H., Ainsworth, C.G.V. and Langford, D.A. 1988. Gonadotropin-releasing hormone (GnRH) delivered by continuous infusion induces fertile estrus in mares during seasonal anovulation. <i>Proc. Amer. Assoc. Eq. Prac.</i> 181-190.
Irvine, C.H.G. and Alexander, S.L. 1993. In: <i>Equine Reproduction</i> . Edited by McKimmon and Voss. Lea and Febiger. Philadelphia, London. pp. 37.
Jafar, et al., "Sex Selection in Mammals: A Review", <i>Theriogenology</i> , vol. 46, 1996, pp 191-200.
Jarriage, R. "Age of cows at first calving in France." J.C. Taylor (Ed.) <i>The early calving of heifers and its impact on beef production</i> . 10. 1975
Jasko, D.J., Martin, J.M. and Squires, E.L. 1992. Effect of volume and concentration of spermatozoa on embryo recovery in mares. <i>Theriogenology</i> . 37:1233-1239
Johnson, L.A. and Welch, G.R., "Sex Preselection: High-speed flow cytometric sorting of X and Y sperm for maximum efficiency", <i>Theriogenology</i> , Vol. 52, (1999), pp. 1323-1341
Johnson, L.A., et al., "Sex Preselection in Swine: Flow Cytometric Sorting of X- and Y- Chromosome

Bearing Sperm to Produce Offspring", <i>Boar Semen Preservation IV</i> , 2000, pp. 107-114.
Johnson, L.A. 1988. Flow cytometric determination of spermatozoa sex ratio in semen purportedly enriched for X or Y bearing spermatozoa. <i>Theriogenology</i> . 29:265. abstr.
Johnson, A.L. and Becker, S.E. 1988. Use of gonadotropin-releasing hormone (GnRH) treatment to induce multiple ovulations in the anestrus mare. <i>Eq. Vet. Sci.</i> 8:130-134.
Johnson, "Gender preselection in Mammals: An overview", <i>Dtsch. tierarztl. Wschr.</i> , Vol. 103, Aug./Sep. 1996, pp 288-291.
Johnson, L.A., et al., "Sex Preselection in Rabbits: Live Births from X and Y Sperm Separated by DNA and Cell Sorting", <i>Exceptional Paper-Rapid Publication</i> , XP-002103476, <i>Biology of Reproduction</i> 41, 199-203, 1989, pp 199-203.
Johnson, L.A., Welch, G.R., Rans, W. and Dobrinsky, J.R. 1998. Enhanced flow cytometric sorting of mammalian X and Y sperm: high speed sorting and orienting no77.1e for artificial insemination. <i>Theriogenology</i> . 49(1):361. abstr.
Johnson, L.A. 1992. Gender preselection in domestic animals using flow cytometrically sorted sperm. <i>J Anim. Sci. Suppl</i> 1.70:8-18.
Johnson, L.A. 1994. Isolation of X- and Y-bearing spermatozoa for sex preselection. In: <i>Oxford Reviews of Reproductive Biology</i> . Ed. HH Charlton. Oxford University Press. 303-326.
Johnson, L.A., and Pinkel, D., "Modification of a Laser-Based flow Cytometer for High-Resolution DNA Analysis of Mammalian Spermatozoa", <i>Cytometry</i> 7, 1986, pp 268 - 273.
Johnson, A.L. 1986. Pulsatile release of gonadotropin releasing hormone advances ovulation in cycling mares. <i>Biol. Reprod.</i> 35:1123; 1130.
Johnson, L.A., et al., 1994. Improved flow sorting resolution of X- and Y- chromosome bearing viable sperm separation using dual staining and dead cell gating. <i>Cytometry</i> 17 (suppl 7):83.
Johnson, L.A., Flook, J.P., Look, M.V. and Pinkel, D. 1987b. Flow sorting of X and Y chromosome bearing spermatozoa into two populations. <i>Gen. Res.</i> 16:203-212.
Johnson, L.A., "Advances in Gender Preselection in Swine" <i>Journal of Reproduction and Fertility Supplement</i> , Vol. 52, pp. 255-266 (1997)
Johnson, L.A., "Sex Preselection in Swine: Altered Sex Ratios in Offspring Following Surgical Insemination of Flow Sorted X- and Y- Bearing Sperm", <i>Reproduction in Domestic Animals</i> , Vol. 26, pp. 309-314 (1991)
Johnson L.A., et al., 1987. Flow cytometry of X- and Y- chromosome bearing sperm for DNA using an improved preparation method and staining with Hoechst 333-42. <i>Gamete Research</i> 17: 203-212
Johnson, L.A. and Schulman, J.D. 1994. The safety of sperm selection by flow cytometry. <i>Hum. Reprod.</i> 9(5):758.
Johnson, L.A. 1995. Sex preselection by flow cytometric separation of X and Y chromosome bearing spermatozoa based on DNA difference: a review. <i>Reprod. Fert. Dev.</i> 7:893-903.
Joseph, R. L. and J. P. Crowley. "Meat quality of once-calved heifers." <i>Irish J. of Agric. Research</i> 10:281. 1971
Joseph, R. L. "Carcass composition and meat quality in once calved heifers." In: J.C. Taylor (Ed.) <i>The early calving of heifers and its impact on beef production</i> . 143. 1975
Kachel, V., et al., "Uniform Lateral Orientation, Caused by Flow Forces, of Flat Particles in Flow-Through Systems", <i>The Journal of Histochemistry and Cytochemistry</i> , 1997, Vol. 25, No. 7, pp 774 -780.
Kanayama, K., Sankai, T., Nariaik, K., Endo, T. and Sakuma, Y. 1992b. Pregnancy by means of tubal insemination and subsequent spontaneous pregnancy in rabbits. <i>J. Int. Med. Res.</i> 20:401-405.
Karabimus, et al., "Effects of Egg Yolk-Citrate and Milk Extenders on Chromatin Structured Viability of Cryopreserved Bull Sperm", <i>Journal of Dairy Science</i> , Vol. 74, No. 11, 1999, pp 3836-3848.
Keeling, P. C. B. M. S. T. G. D. I. a P. W. J., "A modelling study of once-bred heifer beef production." <i>Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production</i> . 51. 1991

Kilicarslan, M.R., Horoz, H., Semunver, S.C., Konuk, S.C., Tek, C. and Canoglu, B. 1996. Effect of GnRH and hCG on ovulation and pregnancy in mares. <i>Vet. Rec.</i> 139:119-120.
Kinder, J. E., et al., 1987. Endocrine regulation of puberty in cows and ewes." <i>J. of Repro. and Fertility, Suppl.</i> 34:167. 1987
Kinder, J. E., et al. "Endocrine basis for puberty in heifers and ewes." <i>J. Repro. and Fertility</i> 393. 1995
Klindt, J. and J. D. Crouse. "Effect of ovariectomy and ovariectomy with ovarian auto transplantation on feedlot performance and carcass characteristics of heifers." <i>J. Anim. Sci.</i> 68:3481. 1990
Klosterman, E. W. and C. F. Parker. "Effect of size, breed and sex upon feed efficiency in beef cattle." North Central Regional Research Publication 235, Ohio Agric. Research and Development Center 1090-3. 1976
Kniffen, D. M., Wagner, W.R., and Lewis, P.E. "Effects of long-term estrogen implants in beef heifers." <i>J. Anim. Sci.</i> 77:2886. 1999
Koch, R. M., et al., "Characterization of biological types of cattle -Cycle-II 3." Carcass composition, quality and palatability. <i>J. Anim. Sci.</i> 49:448. 1919
Lapin, D.R. and Ginther, O.J. 1977. Induction of ovulation and multiple ovulations in seasonally anovulatory and ovulatory mares with an equine pituitary extract. <i>J. Anim. Sci.</i> 44:834-842.
Laster, D. B., "Factors affecting dystocia and effects of dystocia on subsequent reproduction in beef-cattle." <i>J. Anim. Sci.</i> 36:695. 1973
Lawrenz, R. 1985. Preliminary results of non-surgical intrauterine insemination of sheep with thawed frozen semen. <i>J S Afr. Vet. Assoc.</i> 56(2):61-63.
Levinson, G., Keyvanfar, K., Wu, J.C., Puffer, B.F., Fields, R.A., Harton, G.L., Palmer, F.T., Sisson, M.E., Starr, K.M., Dennison-Lagos, L., Calvo, L., Sherins, R.J., Bick, D., Schulman, J.D. and Black, S.H. 1995. DNA-based X-enriched sperm separation as an adjunct to preimplantation genetic testing for the preparation of X-linked disease. <i>Mol. Human Reprod.</i> 10:979-982.
Lindsey, A., et al., "Hysteroscopic Insemination of Mares with Nonfrozen Low-dose Unsexed or Sex-sorted Spermatozoa", currently unpublished, pp. 1-15.
Linge, F. 1972. Feltforsok med djupfrost sperm (field trials with frozen sperm). <i>Farskotsel.</i> 52:12-13.
Loneragan, P., et al., "Effect of Time Interval from Insemination to First Cleavage on the Development of Bovine Embryos In Vitro and In Vivo", <i>Theriogenology</i> , 1999, p. 326
Long, C.R., Rath, D., Welch, G.R., Schreier, L.L., Dobrinsky, J.R. and Johnson, L.A. 1998. □ In vitro production of porcine embryos from semen sorted for sex with a high speed cell sorter: comparison of two fertilization media. □, <i>Theriogenology</i> . 49(1):363. abstr.
Long, C.R., Rath, D., Welch, G.R., Schreier, L.L., Dobrinsky, J.R. and Johnson, L.A. 1998. <i>Theriogenology</i> . 49(1):363. abstr.
Loy, R.G. and Hughes, J.P. 1965. The effects of human chorionic gonadotropin on ovulation, length of estrus, and fertility in the mare. <i>Cornell Vet.</i> 56:41-50.
Lu, K.H., et al., "In Vitro Fertilization with Flow-Cytometrically-Sorted Bovine Sperm", <i>Theriogenology</i> 52, 1999, pp. 1393-1405.
Lynch, L. M., et al., "Influence of timing of gain on growth and reproductive performance of beef replacement heifers." <i>J. Anim. Sci.</i> 75:1715. 1997
Macmillan, K.L. and A.M. Day, "Prostaglandin F2a - A Fertility Drug In Dairy Cattle?", <i>Ruakura Animal Research Station, Private Bag, Hamilton, New Zealand, Theriogenology</i> , September 1982, Vol. 18 No. 3, pages 245-253
Martin, A. H., et al., "Characteristics of youthful beef carcasses in relation to weight, age and sex .3. meat quality attributes." <i>Canadian J. Anim. Sci.</i> 51:305. 1971
Martin, L. C., J. S. Brinks, R. M. Bourdon, and L. V. Cundiff. "Genetic-effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction." <i>J. Anim. Sci.</i> 70:4006. 1992
Matsuda, Y. and Tobari, I. 1988. Chromosomal analysis in mouse eggs fertilized <i>in vitro</i> with sperm exposed to ultraviolet light (UV) and methyl and ethyl methanesulfonate (MMS and EMS). <i>Mutat. Res.</i>

198:131-144.
Matulis, R. J., F. K. McKeith, D. B. Faulkner, L. L. Berger, and P. George. "Growth and carcass characteristics of cull cows after different times-on-feed." <i>J. Anim. Sci.</i> 65:669. 1987
Mauleon, P. "Recent research related to the physiology of puberty." Commission of the European Communities. The early calving of heifers and its impact on beef production. 1975
Maxwell, W.M.C., Evans, G., Rhodes, S.L., Hillard, M.A. and Bindon, B.M. 1993. Fertility of Superovulated Ewes after Intrauterine or Oviductal Insemination with Low Numbers of Fresh or Frozen-Thawed Spermatozoa. <i>Reprod. Fertil. Dev.</i> 5:57-63.
Maxwell, W. and Johnson, L., "Chlortetracycline Analysis of Boar Spermatozoa after Incubation, Flow Cytometric Sorting, Cooling, or Cryopreservation", <i>Molecular Reproduction and Development</i> 46, 1997, pp. 408-418.
Mcconlick, R. J. "The flexibility of the collagen compartment of muscle." <i>Meat Sci.</i> 36:79. 1994
McCue, P.M., Fleury, J.J., Denniston, D.J., Graham, J.K. and Squires, R.L. 1997. Oviductal insemination in the mare. 7 th Int Symp. Eq. Reprod. 133. abstr.
McCue, P.M. 1996. Superovulation. <i>Vet. Clin. N. Amer. Eq. Prac.</i> 12:1-11.
McDonald, L.E. 1988. Hormones of the pituitary gland. <i>In: Veterinary Pharmacology and Therapeutics</i> . 6 th ed. Edited by N.H. Booth and L.E. McDonald. Ames, Iowa State Univ. Press. pp. 590.
McKenna, T., Lenz, R.W., Fenton, S.E. and Ax, R.L. 1990. Nonreturn rates of dairy cattle following uterine body or cornual insemination. <i>J. Dairy Sci.</i> 73:1179-1783.
McKinnon, A. and Voss, J., "Equine Reproduction", Lea & Febiger, Philadelphia, 1993, pp 291, 299 - 302, 345 - 348, 739 - 797.
McKinnon, A. et al, 1993. Predictable ovulation in mares treated with an implant of the GnRH analogue deslorelin. <i>Eq. Vet. J.</i> 25:321-323.
McKinnon, A.O. et al, 1996. Repeated use of a GnRH analogue deslorelin (Ovuplant) for hastening ovulation in the transitional mare. <i>Eq. Vet. J.</i> 29:153-155.
McNutt, M. and Johnson, L., "Flow Cytometric Sorting of Sperm: Influence on Fertilization and Embryo/Fetal Development in the Rabbit", <i>Molecular Reproduction and Development</i> 43, 1996, 261-267.
Meilgaard, M., G. V. Civile, and B. T. Carr. "Sensor Evaluation Techniques." CRC Press Inc., Boca Raton, FL. 1991
Meinert, C., et al., "Advancing the time of ovulation in the mare with a short-term implant releasing the GnRH analogue deslorelin", <i>Equine Veterinary Journal</i> , 25, 1993, pp 65 - 68.
Merton, J., et al., "Effect of Flow Cytometrically Sorted Frozen/Thawed Semen on Success Rate of In Vitro Bovine Embryo Production", <i>Theriogenology</i> 47, 1997, pp. 295.
Meyers, P.J., Bowman, T., Blodgett, G., Conboy, H.S., Gimenez, T., Reid, M.P., Taylor, B.C., Thayer, J., Jochle, W. and Trigg, T.E. 1997. Use of the GnRH analogue, deslorelin acetate, in a slow release implant to accelerate ovulation in oestrous mares. <i>Vet. Rec.</i> 140:249-252.
Michaels, Charles, "Beef A.I. Facilities that work", <i>Proc. Fifth N.A.A.B Tech. Conf. A.I. Reprod.</i> Columbia, MO. pp. 20-22.
Michel, T.H., Rosedale, P.D. and Cash, R.S.G. 1986. Efficacy of human chorionic gonadotrophin and gonadotrophin releasing hormone for hastening ovulation in Thoroughbred mares. <i>Eq. Vet. J.</i> 6:438-442.
Miller, S.J. 1986. <i>Artificial Breeding Techniques in Sheep</i> . In Morrow, D.A. (ed): <i>Current Therapy in Theriogenology</i> 2. Philadelphia, WB Saunders.
Mirskaja, L.M. and Petrapavlovskii, V.V. 1937. The reproduction of normal duration of heat in the mare by the administration of Frolon. <i>Probl. Zivotn. Anim. Breed. Abstr.</i> 5:387.
Moe, P. W., H. F. Tyrrell, and W. P. Flatt. "Energetics of body tissue mobilization." <i>J. of Dairy Sci.</i> 54:548.
Molinia, F.C., Gibson, R.J., Brown, A.M., Glazier, A.M. and Rodger, J.C. 1998. Successful fertilization after superovulation and laparoscopic intrauterine insemination of the brushtail possum, <i>Trichosurus</i>

<i>vulpecula</i> , and tammar wallaby, <i>Macropus eugenii</i> . J.Reprod. Fert. 112:9-17.
Moms, a. T., et al., "Biological efficiency: How relevant is this concept to beef cows in a mixed livestock seasonal pasture supply context?" Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 54:333. 1994
Monensin." J. Anim. Sci. 55:357-362. 1982
Moran, C., J. F. Quirke, and J. F. Roche. "Puberty in heifers -a review." Animal Reproduction Sci. 18:167. 1989
Morcom, C.B. and Dukelow, W.R. 1980. A research technique for the oviductal insemination of pigs using laparoscopy. Lab. Anim. Sci. 1030-1031.
Morgan, J. B., et al., "National beef tenderness survey." J. Anim. Sci.69:3274. 1991
Morris, L.H., et al., "Hysteroscopic insemination of small numbers of spermatozoa at the uterotubal junction of preovulatory mares", Journal of Reproduction and Fertility, Vol. 118, pp. 95-100 (2000)
Moseley, W. M., et al., 1982. "Relationship of Growth and Puberty in Beef Heifers Fed
Mount, D. E. "Fibrous and non-fibrous carbohydrate supplementation to ruminants grazing forage from small grain crops." M.S. Thesis. Colorado State University. 2000
Muller, W. and Gantier, F. 1975. Interactions of heteroaromatic compounds with nucleic acids. Euro. J Biochem. 54:358.
Munne, S. 1994. Flow cytometry separation of X and Y spermatozoa could be detrimental to human embryos. Hum. Reprod. 9(5):758
Myers, S. E., et al., "Comparison of three weaning ages on cow-calf performance and steer carcass traits." J. Anim. Sci. 77:323. 1999
Myers, S. E., "Performance and carcass traits of early-weaned steers receiving either a pasture growing period or a finishing diet at weaning." J. Anim. Sci. 77:311. 1999
Myers, S. E., et al., "Production systems comparing early weaning to normal weaning with or without creep feeding for beef steers." J. Anim. Sci. 77:300. 1999
Nix, L. P., L. C. Spitzer, and P. L. Chenoweth. "Serum testosterone concentration, efficiency of estrus detection and libido expression in androgenized beef cows." Therio. 49: 1195. 1998
Nowshari, et al., "Superovulation of Goats with Purified pFSH Supplemented with Defined Amounts of pLH", Theriogenology, Vol 43, 1995, pp 797-802.
Nowshari, et al., Theriogenology, Vol 43, 1995, pp 797-802.
NRC. Nutrient requirements for beef cattle. National Academy of Sci. National Research Council, Washington, DC. 1996
Olson, S.B. and Seidel, G.E. Jr., "Reduced Oxygen Tension and EDTA improve Bovine Zygote Development in a Chemically Defined Medium", Journal of Animal Science 78, 2000, pp. 152-157.
Owen, J. B. "The maiden female-a means of increasing meat production." Proc. Symp. on the use of once bred heifers and gilts. 1973
Pace, M.M. and Sullivan, J.J. 1975. Effect of timing of insemination, numbers of spermatozoa and extender components on pregnancy rates in mares inseminated with frozen stallion semen. J Reprod. Fert. Suppl. 23:115-121.
Parent US Application 09/001,394, entitled "Sheath Fluids and Collection Systems for Sex-Specific Cytometer Sorting of Sperm", filed on December 31, 1997, 87 total pages which includes four drawings.
Parrish, J.J. "Capacitation of Bovine Sperm by Heparin", Department of Meat and Animal Science, University of Wisconsin, Madison, WI 53706, Biology Of Reproduction 38, 1988, pp 1171-1180.
Parrish, J., et al., "Capacitation of Bovine Sperm by Heparin", Technology of Reproduction 38, 1988, pp. 1171-1180.
PCT application PCT/US98/27909, filed 31 December 1998, entitled "Commercially Practical Sex-Specific Insemination of Mammals".

PCT application PCT/US99/17165, filed 28 July 1999, entitled "Equine System for Non-Surgical Artificial Insemination".
Peippo, J., et al., "Sex diagnosis of equine preimplantation embryos using the polymerase chain reaction", <i>Theriogenology</i> , Vol. 44 619-627 (1995)
Perry, E.J. 1968. Historical Background In: <i>The Artificial Insemination of Farm Animals</i> . 4 th ed. Edited by E.J. Perry. New Brunswick, Rutgers University Press, pp. 3-12.
Petersen, G.A., et al., "Cow and Calf Performance and Economic Considerations of Early Weaning of Fall-Born Beef Calves", <i>J. Anim. Sci.</i> , 1987, 64:15, pp 15-22.
Peterson, G. A., et al., "Cow and calf performance and economic considerations of early weaning of fall-born beef calves." <i>J. Anim. Sci.</i> 64:15. 1987
Petit, M. "Early Calving in Suckling Herds." In: (Ed.) J.C. Taylor. <i>The early calving of heifers and its impact on beef production</i> . 157. 1975
Pickett, B.W., Burwash, L.D., Voss, J.L. and Back, D.G. 1975b. Effect of seminal extenders on equine fertility. <i>J. Anim. Sci.</i> 40:1136-1143.
Pickett GW, et al., "Management of the mare for maximum reproductive efficiency", Bulletin No. 6 Colorado State University, Ft. Collins CO. (1989)
Pickett, B.W. and Back, D.G. 1973. Procedures for preparation, collection, evaluation and insemination of stallion semen. C.S.U. Exp. Sta. Artira. Reprod. Lab. Gen. Series Bull. 935.
Pickett, B.W., et al., 1976. Factors influencing the fertility of stallion spermatozoa in an A.I. program. Proc. 8 th Internat. Congr. Anim. Reprod. A.I. Krakow, Poland. 4: 1049 - 1052.
Pickett GW, et al., "Management of the mare for maximum reproductive efficiency" Bulletin No. 6 Colorado State University, Ft. Collins CO. (1989)
Pickett, B.W., and Shiner, K.A., "Recent developments in artificial insemination in horses", <i>Livestock Production Science</i> , 40, 1994, pp 31 - 36.
Pinkel, D., Gledhill, B.L., Van Dilla, M.A., Stephenson, D. and Watchmaker, G. 1982b. High resolution DNA measurements of mammalian spermatozoa. <i>Cytometry</i> . 3:1-9. (1982b)
Pinkel, D., et al., "Flow Cytometric Determination of the Proportions of X- and Y- Chromosome-Bearing Sperm in Samples of Purportedly Separated Bull Sperm", <i>Journal of Animal Science</i> , Vol. 60, No. 5, 1985, pp 1303 - 1307.
Polge, E. J., "Historical Perspective of AI: Commercial Methods of Producing Sex Specific Semen, IVF Procedures", <i>Proceedings of the 16th Technical Conference on Artificial Insemination & Reproduction</i> , Cambridge, England, 1996, pp. 7-11.
Purvis, H. T. and J. C. Whittier. "Effects of ionophore feeding and anthelmintic administration on age and weight at puberty in spring-born beef heifers." <i>J. Anim. Sci.</i> 74:736-744. 1996
Randel, R. D. "Nutrition and postpartum rebreeding in cattle." <i>J. Anim. Sci.</i> 68:853. 1990
Rath, D., et al., "Low Dose Insemination Technique in the Pig", <i>Boar Semen Preservation IV</i> , 2000, pp. 115-118.
Rath, D., et al., "Production of Piglets Preselected for Sex Following in Vitro Fertilization with X and Y Chromosome-Bearing Spermatozoa Sorted by Flow Cytometry", <i>Theriogenology</i> , 47, 1997, pp 795 - 800.
Reiling, B. A., "Effect of prenatal androgenization on performance, lactation, carcass, and sensory traits of heifers in a single-calf heifer system." <i>J. Anim. Sci.</i> 73 :986. 1995
Reiling, B.A., et al., "Effect of Prenatal Androgenization on Performance, Location, and Carcass and Sensory Traits on Heifers in Single Calf Heifer System", <i>J. Anim. Sci.</i> , 1995, 73: 986, pp 986-992.
Reiling, B. A., "Effects of prenatal androgenization, melengestrol acetate, and synovex-b(r) on feedlot performance, carcass, and sensory traits of once-calved heifers." <i>J. Anim. Sci.</i> 74:2043. 1996
Reiling, B. A., J. K. Drackley, L. R. Grum, and L. L. Berger. "Effects of prenatal androgenization and lactation on adipose tissue metabolism in finishing single-calf heifers." <i>J. Anim. Sci.</i> 75:1504. 1997
Rens, W., et al., "A Novel Nozzle for More Efficient Sperm Orientation to Improve Sorting Efficiency of

X and Y Chromosome-Bearing Sperm", Technical Notes, Cytometry 33, 1998, pp 476-481.
Rens, W., et al., "Improved Flow Cytometric Sorting of X- and Y- Chromosome Bearing Sperm: Substantial Increase in Yield of Sexed Semen", Molecular Reproduction and Development, 1999, pp 50-56.
Rieger, D., et al, "The Relationship Between the Time of First Cleavage of Fertilized Cattle Oocytes and Their Development to the Blastocyst Stage", Theriogenology, 1999, pp. 190.
Ritar, A. and Ball, A. 1991. Fertility of young cashmere goats after laparoscopic insemination. J. Agr. Sci. 117:271-273.
Roberts, J.R. 1971. In: <i>Veterinary Obstetrics and Genital Diseases</i> . Ithaca, New York. pp. 740-749.
Romita, A. "Some considerations on the beef situation in Italy." (Ed.) J.C. Taylor. The early calving of heifers and it's impact on beef production. 23. 1975
Roser, JF., Evans, J.W., Kiefer, DP., Nesley, D.P. and Pacheco, C.A. 1980. Reproductive efficiency in mares with anti-hCG antibodies. Proc 9 th Int. Congr. Artira. Repro. and A.I. 4:627. abstr.
Roth, T.L., Wolfe, B.A., Long, J.A., Howard, J. and Wildt, D.E. 1997. Effects of equine chorionic gonadotropin, human chorionic gonadotropin, and laparoscopic artificial insemination on embryo, endocrine, and luteal characteristics in the domestic cat. Bio Reprod. 57:165-171.
Roux, M., J. H. Teissier, J. Bonnemaire, and R. Dumont. "Early calving heifers versus maiden heifers for beef -production from dairy herds. 1." The effects of genotype (Friesian and Charolais x Friesian) and 2 feeding levels in the rearing period on growth and carcass quality. Livestock Prod. Sci.16:1. 1987
Rowley, H-S., Squires, E.L. and Pickett, B.W. 1990. Effect ofinsemination volume on embryo recover}' in mares. J. Equine Vet. Sci. 10:298-300.
Roy, J. H. B. "Rearing dairy-herd replacements." J. of the Soc. ofDairy Technology 31:73-79. 1978
Rutter, L. M., et al., "Effect of abomasal infusion of propionate on the GnRH-induced luteinizing-hormone release in prepuberal heifers." J. Anim. Sci. 56:1167. 1983
Salamon, S. 1976. <i>Artificial Insemination of Sheep</i> . Chippendale, New South Wales. Publicity Press. p.83-84.
Salisbury, G.W. and VanDemark, N.L. 1961. <i>Physiology of Reproduction and Artificial Insemination of Cattle</i> . San Francisco: Freeman and Company.
SAS, SAS/STAT; User's Guide (Release 6.03), SAS Inst. Inc., Cary, NC., 1988. 3 pages
SAS. "The SAS System for Windows." Ver 7.0. Rel 6.12. SAS Inst.Inc., Cary, NC. 2000
Schenk, J. L., T. K. Suh, D. G. Cran, and G. E. Seidel. "Cryopreservation of flow-sorted bovine spermatozoa." Therio. 52:1375. 1999
Schenk, J.L., "Cryopreservation of flow-sorted bovine spermatozoa", Theriogenology, Vol. 52, 1375-1391 (1999)
Schenk, J.L. and Seidel, Jr., G.E., "Imminent Commercialization of Sexed Bovine", Proceedings, The Range Beef Cow Symposium XVI, 1999, pp 89-96.
Schillo, K. K., J. B. Hall, and S. M. Hileman. "Effects of nutrition and season on the onset of puberty in the beef heifer." J. Anim. Sci. 70:3994. 1992
Schmid R.L., et al, "Fertilization with Sexed Equine Spermatozoa Using Intracytoplasmic Sperm Injection and Oviductal Insemination", 7th International Symposium On Equine Reproduction, pp. 139 (Abstract) (1998)
Schnell, T. D., K. E. Belk, J. D. Tatum, R. K. Miller, and G. C. Smith. "Performance, carcass, and palatability traits for cull cows fed high-energy concentrate diets for 0, 14,28,42, or 56 days." J. Anim. Sci. 75:1195. 1997
Schoonmaker, J. P., et al., "Effects of age at weaning and implant strategy on growth of steer calves." J. Anim. Sci. (Suppl2) 76:71 (Abstr.). 1998
Seidel, G. E., "Insemination of heifers with sexed sperm." Therio. 52:1407. 1999

Seidel, G. E. and L. A. Johnson. "Sexing mammalian sperm -overview." <i>Therio</i> . 52: 1267. 1999
Seidel, Jr., G.E. et al, "Insemination Of Heifers With Very Low Numbers Of Frozen Spermatozoa", Colorado State University (1996)
Seidel, G.E. Jr., Cran, D.G., Herickoff, L.A., Schenk, J.L., Doyle, S.P. and Green, R.D. 1999. Insemination of heifers with sexed frozen or sexed liquid semen. <i>Theriogenology</i> . 51. (in press). abstr.(1999)
Seidel, G. Jr., "Use of Sexed Bovine Sperm for In Vitro Fertilization and Superovulation, Animal Reproduction and Biotechnology Laboratory, Colorado State University, Fort Collins, CO, Proceedings of the 2000 CBTA/ACTE Convention, Charlottetown, Prince Edward Island, August 2000, pp. 22-24.
Seidel, Jr., G. E., et al, "Insemination of Holstein Heifers With Very Low Numbers Of Unfrozen Spermatozoa", Colorado State University, Atlantic Breeders Cooperative, (1995)
Seidel, Jr., G. E., "Artificial Insemination With X-and Y-Bearing Bovine Sperm", Animal Reproduction and Biotechnology Laboratory, Colorado State University, (1996)
Seidel, G.E. Jr, et al., "Insemination of Heifers with Sexed Sperm", <i>Theriogenology</i> , Vol. 52, pp. 1407-1421 (1999)
Seidel, G.E. Jr, et al., "Artificial Insemination of Heifers with Cooled, Unfrozen Sexed Semen", <i>Theriogenology</i> , Vol. 49 pp. 365 (Abstract) (1998)
Seidel, G.E. Jr., "Uterine Horn Insemination of Heifers With Very Low Numbers of Nonfrozen and Sexed Spermatozoa", Atlantic Breeders Cooperative, <i>Theriogenology</i> 48: pp. 1255-1264, (1997)
Sell, R. S., D. L. Watt, R. D. Little, and T. A. Petry. "Single-calfheifer profitability compared to other north dakota beef production systems." Department of Ag. Eco., North Dakota State University, Ag. Econ. Rpt. 20.
Senger, P.L., Becker, W.C., Davidge, S.T., Hillers, J.K. and Reeves, J.J. 1988. Influence of communal insemination on conception rates in dairy cattle. <i>J Anim. Sci.</i> 66:3010-3016.
Shackelford, S. D., M. Koolmarais, and T. L. Wheeler. "Effects of slaughter age on meat tenderness and USDA carcass maturity scores of beef females." <i>J. Anim. Sci.</i> 73:3304. 1995
Shelton, J.N. and Moore, N.W. 1967. The response of the ewe to pregnant mare gonadotropin and to horse anterior pituitary extract. <i>J. Reprod. Fert.</i> 14:175 - 177.
Shilova, A. V., Platov, E.M. and Lebedev, S.G. 1976. The use of human chorionic gonadotrophin for ovulation date regulation in mares. VIIIth Int. Congr. On Anim. Repro. and A.I. 204-208.
Shorthose, W. R. and P. V. Harris. "Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles." <i>J. Food Sci.</i> 55:1-. 1990
Siedel, G.E., "Status of Sexing Semen for Beef Cattle", Texas A&M University 45th Annual Beef Cattle Short Course and Trade Show Proceedings, August 9-11, 1999; pp.III 24-III 27
Silbemann, M., "Hormones and Cartilage. Cartilage: development, differentiation, and growth." pp. 327-368. Academic Press, Inc. 1983
Simon, M., "The effect of management option on the performance of pregnant feedlot heifers." M.S. Thesis. Kansas State University. 1983
Smith, G. C., B. W. Berry, J. W. Savell, and H. R. Cross. "USDA maturity indexes and palatability of beef rib steaks." <i>J. of Food Quality</i> 11 :1. 1988
Smith, G. C., et al., "Relationship of USDA maturity groups to palatability of cooked beef." <i>J. of Food Sci.</i> 47:1100. 1982
Squires, E.L., "Early Embryonic Loss" in <i>Equine Diagnostic Ultrasonography</i> , 1 st Ed. pp 157-163 Eds Rentanen & McKinnon. Williams and Wilkins, Baltimore, Maryland (1998)
Squires, E.L., Moran, D.M., Farlin, M.E., Jasko, D.J., Keefe, T.J., Meyers, S.A., Figueiredo, E., McCue, P.M. and Jochle, W. 1994. Effect of dose of GnRH analogue on ovulation in mares. <i>Theriogenology</i> . 41:757-769.
Squires, E., "Simultaneous Analysis of Multiple Sperm Attributes by Flow Cytometry", <i>Diagnostic Techniques and Assisted Reproductive Technology, The Veterinary Clinics of North America, Equine</i>

Practice, Vol. 12, No. 1, April 1996, pp127 - 130.
Squires, E.L., et al, "Cooled and frozen stallion semen", Bulletin No. 9, Colorado State University, Ft. Collins, CO. (1999)
Stallings, J. N., D. K. Ran, R. D. Randel, and Eo L. Moody. "Plasma estrogens in peri-parturient cow." <i>Therio</i> 10:269. 1978
Stevenson, J. S., M. W. Smith, J. R. Jaeger, L. R. Corah, and D. G. Lefever. "Detection of estrus by visual observation and radiotelemetry in peripubertal, estrus-synchronized beefheifers." <i>J. Anim. Sci.</i> 74:729. 1996
Story, C. E., R. J. Rasby, R. T. Clark, and C. T. Milton. "Age of calf at weaning of spring-calving beef cows and the effect on cow and calf performance and production economics." <i>J. Anim. Sci.</i> 78:1403. 2000
Sullivan, J.J., Parker, W.G. and Larson, L.L. 1973. Duration of estrus and ovulation time in nonlactating mares given human chorionic gonadotropin during three successive estrous periods. <i>J.A.V.M.A.</i> 162:895-898.
Swanson, B. W. "Future research on problems of increasing meat production by early calving." <i>Comm. Eur. Commun., Eur.</i> 5545.1975. The Early Calving of Heifers and its Impact on Beef Production.
Taljaard, T.L., Terblanche, S.J., Bertschinger, H.J. and Van Vuuren, L.J. 1991. The effect of the laparoscopic insemination technique on the oestrus cycle of the ewe. <i>J. S Afr. Vet. Assoc.</i> 62(2):60-61.
Tatum, J. D., G. C. Smith, B. W. Berry, C. R. Murphey, F. L. Williams, and Z. L. Carpenter. "Carcass characteristics, time on feed and cooked beef palatability attributes." <i>J. Anim. Sci.</i> 50:833. 1980
Taylor, S. C. S., A. J. Moore, R. B. Thiessen, and C. M. Bailey. "Efficiency of food utilization in traditional and sex-controlled systems of beef-production." <i>Animal Production</i> 40:401. 1985
Taylor, C.S., Moore, A.J. Thiessen, R.B. and Bailey, C.M., AFRC Animal Breeding Research Organisation, West Mains Road, Edinburgh EH9 3JQ, "Efficiency of Food Utilization in Traditional and Sex-Controlled Systems of Beef Production", pp 401-440.
Tervit, H.R., et al, "Successful Culture In Vitro of Sheep and Cattle Ova", Agricultural Research Council, Unit of Reproduction Physiology and Biochemistry, University of Cambridge, 1972, p. 493-497.
Unruh, J. A. "Effects of endogenous and exogenous growth-promoting compounds on carcass composition, meat quality and meat nutritional-value." <i>J. Anim. Sci.</i> 62:1441. 1986
US Application 60/211093, entitled □Integrated System for Herd Management Using Sexed Semen□, filed June 12, 2000.
US Application , 09/511,959 entitled □Methods For Improving Sheath Fluids and Collection Systems For Sex-Specific Cytometer Sorting of Sperm□, filed February 23, 2001.
US Application 09/015, 454, entitled □System for Improving Yield of Sexed Embryos in Mammals□, filed on January 29, 1998, 59 total pages which includes drawings.
US Application , 09/511,959 entitled □Methods For Improving Sheath Fluids and Collection Systems For Sex-Specific Cytometer Sorting of Sperm□, filed February 23, 2001.
US Application 60/211093, entitled □Integrated System for Herd Management Using Sexed Semen□, filed June 12, 2000.
US Application , 09/454,488, entitled □Improved Flow Cytometer Nozzle and Flow Cytometer Sample Handling Methods□, filed December 3, 1999.
Application , 60/224,050, entitled □ Integrated System for Herd Management With Terminal-Cross Program Using Sexed Semen□, filed August 9, 2000.
US Application , 60/238,294, entitled □Hysteroscopic Insemination of Mares□ filed October 5, 2000.
US Application Serial Number 60/203,089, entitled □Detector System for Resolving Small Differences in Photo-generated Signal□, filed May 9, 2000.
US Application Serial Number 60/113,143, entitled □Equine Insemination System□, December 18, 1998.
US Application 09/001,394, entitled □Sheath Fluids and Collection Systems for Sex-Specific Cytometer Sorting of Sperm□, filed on December 31, 1997, 87 total pages which includes four drawings.

US Application Serial Number 60/094,720, entitled "System for Low Dose Insemination of Equines", filed July 30, 1998.
US Application Serial Number 60/224,050., entitled "Integrated System for Herd Management With Terminal-Cross Program Using Sexed Semen", filed August 9, 2000.
US Application entitled "System For Separating Frozen-Thawed Sperm Cells Into X-Chromosome And Y-Chromosome Bearing Populations", filed November 28, 2000.
US Application , 09/448,643, entitled "Multiple Sexed Embryo Production System for Mammals", filed November 24, 1999.
US Application , 09/454,488, entitled "Improved Flow Cytometer Nozzle and Flow Cytometer Sample Handling Methods", filed December 3, 1999.
USDA "Official United States standards for grades of carcass beef." Agric. Marketing Serv., USDA .Washington, DC. 1997
Vazquez, J. et al., "Nonsurgical Uterotubal Insemination in the Mare", Proceedings of the 44th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, Baltimore, Maryland, December 6-9, 1998, Vol. 44, pp 68-69
Vazquez, J., et al., "Development of a Non-surgical Deep Intra Uterine Insemination Technique", IV International Conference on Boar Semen Preservation, Maryland, August, 1999, p 35 and photo of display board.
Vazquez, J., et al., "A.I. in Swine; New Strategy for Deep Insemination with Low Number of Spermatozoa Using a Non-surgical Methodology", 14 th International Congress on Animal Reproduction, Vol. 2, Stockholm, July, 2000, p. 289.
Vazquez, J., et al., "Successful Low-Dose Insemination by a Fiberoptic Endoscope Technique in the Sow", Proceedings Annual Conference of the International Embryo Transfer Society, Netherlands, Theriogenology, Vol. 53, January, 2000, pp. 201.
Vazquez, J., et al., "Hypoosmotic Swelling Test as Predictor of the Membrane Integrity in Boar Spermatozoa", Boar Semen Preservation IV, IVth International Conference on Boar Semen Preservation, Maryland, pp. 263.
Vidament, M., Dupere, A.M., Jolicome, P., Evain, A., Noue, P. and Palmer, E. 1997. Equine frozen semen freezeability and fertility field results. Theriogenology. 48:907.
Vidament, M., Dupere, A.M., Jolicome, P., Evain, A., Noue, P. and Palmer, E. 1997. Equine frozen semen freezeability and fertility field results. Theriogenology. 48:907.
Vincent, B. C., S. D. M. Jones, L. R. Jeremiah, M. A. Price, and J. A. Newman. "Carcass characteristics and meat quality of once-calved heifers." Canadian J. Anim. Sci. 71:311. 1991
Voss, J.L. and Pickett, B.W. 1976. Reproductive management of the broodmare. C.S.U. Exp. Sta. Anim. Reprod. Lab. Gen. Series. Bull. 1-12
Voss, J.L., Squires, E.L., Pickett, B.W., Shideler, R.K. and Eikenberry, D.J. 1982. Effect of number and frequency of inseminations on fertility in mares. J. Reprod. Fertil. Suppl. 32:53-57.
Voss, J.L., Pickett, B.W., Burwash, L.D. and Daniels, W.H. 1974. Effect of human chorionic gonadotropin on duration of estrous cycle and fertility of normally cycling, nonlactating mares. J.A.V.M.A. 165:704-706.
Waggoner, A. W., M. E. Dikeman, I. R. Brethour, and K. E. Kemp. "Performance, carcass, cartilage calcium, sensory and collagen traits of longissimus muscles of open versus 30-month-old heifers that produced one calf." J. Anim. Sci. 68:2380. 1990
Welch G.R., et al., 1994. Fluidic and optical modifications to a FACS IV for flow sorting of X- and Y-chromosome bearing sperm based on DNA. Cytometry 17 (suppl. 7): 74.
Welch, G., et al., "Flow Cytometric Sperm Sorting and PCR to Confirm Separation of X- and Y-Chromosome Bearing Bovine Sperm", Animal Biotechnology, 6 (2), 131-139, 1995, pp 131 - 139.
Wheeler, T. L., L. v. Cundiff, and R. M. Koch. "Effect of marbling degree on beef palatability in Bos-Taurus and Bos-Indicus cattle." J. Anim. Sci. 72:3145. 1994
Wickersham, B. W. and L. H. Schultz. "Influence of age at first breeding on growth, reproduction, and

production of well-fed holstein heifers." J. Dairy Sci. 46:544. 1963
Wilson, M.S. 1993. Non-surgical intrauterine artificial insemination in bitches using frozen semen. J.Reprod. Fert Suppl. 47:307-311.
Wilson, C.G., Downis, C.R., Hughes, J.P. and Roser, J.F. 1990. Effects of repeated hCG injections on reproductive efficiency in mares. Eq. Vet. Sci. 4:301-308.
Woods, J., Bergfelt, D.R. and Ginther, O.J. 1990. Effects of time of insemination relative to ovulation on pregnancy rate and embryonic-loss rate in mares. Eq. Vet. J. 22(6):410-415.
Woods, J. and Ginther, O.J. 1983. Recent studies related to the collection of multiple embryos in mares. Theriogenology. 19:101 - 108.
XP-002103478, File Biosis, one page.

In addition, as to each term used it should be understood that unless its utilization in this application is inconsistent with such interpretation, common dictionary definitions

5 should be understood as incorporated by reference for each term and all definitions, alternative terms, and synonyms such as contained in the Random House Webster's Unabridged Dictionary, second edition are hereby incorporated by reference. However, as to each of the above, to the extent that such information or statements incorporated by reference might be considered inconsistent with the patenting of this/these invention(s)

10 such statements are expressly not to be considered as made by the applicant(s).

Thus, the applicant(s) should be understood to have support to claim at least: I) the integrated herd management system described herein, ii) the related methods disclosed and described, iii) similar, equivalent, and even implicit variations of each of

15 these devices and methods, iv) those alternative designs which accomplish each of the functions shown as are disclosed and described, v) those alternative designs and methods which accomplish each of the functions shown as are implicit to accomplish that which is disclosed and described, vi) each feature, component, and step shown as separate and independent inventions, vii) the application enhanced by the various systems or

20 components disclosed, vii) the resulting products produced by such systems or components, ix) methods and apparatuses substantially as described hereinbefore and with reference to any of the accompanying examples, and x) the various combinations and permutations of each of the elements disclosed.

25 In addition, unless the context requires otherwise, it should be understood that the

term "comprise" or variations such as "comprises" or "comprising", are intended to imply the inclusion of a stated element or step or group of elements or steps but not the exclusion of any other element or step or group of elements or steps. Such terms should be interpreted in their most expansive form so as to afford the applicant the broadest
5 coverage legally permissible in countries such as Australia and the like.

VI CLAIMS

I claim:

- 5 1. A method of managing animals, comprising the steps of:
 - a. producing a female of a species of mammal;
 - b. inseminating said female of said species of mammal with an artificial insemination sample having a plurality of spermatozoa, wherein at least
10 90% of said plurality of spermatozoa have a sex determination characteristic corresponding to the same sex of offspring mammal;
 - c. fertilizing at least one egg within said female of said species of mammal;
and
 - d. producing said offspring mammal.
- 15 2. The method of managing animals as described in claim 1, wherein said sex determination characteristic comprises an X-chromosome.
3. The method of managing animals as described in claim 1, wherein said sex
20 determination characteristic comprises an Y-chromosome.
4. The method of managing animals as described in claim 1, wherein said female of
said species of mammal is selected from the group consisting of bovida, ovids,
equids, canids, felids, and porcine.
- 25 5. The method of managing animals as described in claim 1, wherein said female of
said species of mammal comprises a bovine species of mammal.
6. The method of managing animals as described in claim 5, wherein said plurality
of spermatozoa comprises a number of spermatozoa selected from the group
30 consisting of no more than 10 million live non-frozen spermatozoa, no more than
5 million live non-frozen spermatozoa, no more than 3 million live non-frozen
spermatozoa, no more than 1 million live non-frozen spermatozoa, no more than

500,000 live non-frozen spermatozoa, no more than 250,000 live non-frozen spermatozoa, and no more than 100,000 live non-frozen spermatozoa.

- 5 7. The method of managing animals as described in claim 5, wherein said plurality of spermatozoa comprises a number of spermatozoa selected from the group consisting of no more than 10 million frozen-thawed spermatozoa, no more than 6 million frozen-thawed spermatozoa, no more than 5 million frozen-thawed spermatozoa, no more than 3 million frozen-thawed spermatozoa, no more than 1 million frozen-thawed spermatozoa, no more than 500,000 frozen-thawed spermatozoa, no more than 250,000 frozen-thawed spermatozoa, and no more than 100,000 frozen-thawed spermatozoa.
- 15 8. The method of managing animals as described in claim 1, wherein said female of said species of mammal comprises an equine species of mammal.
- 20 9. The method of managing animals as described in claim 6, wherein said plurality of spermatozoa comprises a number of spermatozoa selected from the group consisting of no more than 25 million live non-frozen spermatozoa, no more than 15 million live non-frozen spermatozoa, no more than 10 million live non-frozen spermatozoa, and no more than 5 million live non-frozen spermatozoa.
- 25 10. The method of managing animals as described in claim 6, wherein said plurality of spermatozoa comprises a number of spermatozoa selected from the group consisting of no more than 25 million frozen-thawed spermatozoa, no more than 15 million frozen-thawed spermatozoa, no more than 10 million frozen-thawed spermatozoa, and no more than 5 million frozen-thawed spermatozoa.
- 30 11. The method of managing animals as described in claim 1, wherein said plurality of spermatozoa comprises a number of spermatozoa from about 10% to about 50% relative to a typical number of spermatozoa in an artificial insemination sample.

- 75
12. The method of managing animals as described in claim 1, wherein said offspring mammal comprises a male, and wherein the percentage of male offspring mammals is selected from the group consisting of at least 70% male offspring mammals, at least 80% male offspring mammals, and at least 90% male offspring mammals.
- 5
13. The method of managing animals as described in claim 1, wherein said offspring mammal comprises a female, and wherein the percentage of female offspring mammals is selected from the group consisting of at least 70% female offspring mammals, at least 80% female offspring mammals, and at least 90% female offspring mammals.
- 10
14. The method of managing animals as described in claim 1, further comprising the step of inducing early puberty in said female of said species of mammal.
- 15
15. The method of managing animals as described in claim 14, wherein said female of said species of mammal comprises a female of a bovine species of mammal, and wherein said step of inducing early puberty in said female of said bovine species of mammal comprises inducing puberty by nine months after birth.
- 20
16. The method of managing animals as described in claim 14, wherein said step of inducing early puberty in said female of said bovine species of mammal comprises inducing said early puberty between about 250 days after birth to about 270 days after birth.
- 25
17. The method of managing animals as described in claim 14, wherein said step of inducing early puberty in said female of said bovine species of mammal comprises feeding said female of said bovine species of mammal a sufficient ration of feed to produce an average weight gain of about 1.3 kilograms per day to about 1.4 kilograms per day.
- 30
18. The method of managing animals as described in claim 14, further comprising the

step of early weaning of said female of said species of mammal.

19. The method of managing animals as described in claim 18, wherein said female of
said species of mammal comprises said female of said bovine species of mammal,
5 and wherein said step of early weaning comprises weaning said female of said
bovine species of mammal at between about 95 days to about 125 days after birth.
20. The method of managing animals as described in claim 18, wherein said step of
inseminating said female of said bovine species of mammal comprises
10 insemination of said female of said bovine species of mammal between about 283
days after birth to about 316 days after birth.
21. The method of managing animals as described in claim 18, further comprising the
step of synchronizing estrous.
15
22. The method of managing animals as described in claim 21, wherein said step of
synchronizing estrous comprises:
a. dressing feed with MGA at 0.5 milligrams per female of said bovine
species of mammal per day for 14 days; and
20 b. injecting PGF2 19 days after the last day of dressing said feed with said
MGA.
23. The method of managing animals as described in claim 22, further comprising the
step of harvesting said female of said species of mammal.
25
24. The method of managing animals as described in claim 23, wherein said step of
harvesting said female of said species of mammal comprises harvesting said
female of said bovine species of mammal prior to 24 months.
- 30 25. The method of managing animals as described in claim 23, wherein said step of
harvesting said female of said species of mammal comprises harvesting said
female of said bovine species of mammal prior to 30 months.

26. The method of managing animals as described in claim 23, further comprising the step of replacing said female of said species of mammal with said offspring mammal.

5

27. The method of managing animals as described in claim 3, further comprising the step of harvesting said male offspring mammal.

28. An animal management system, comprising:

10

a. a number of females of a species of mammal, wherein each of said number of females of a species of mammal has no more than one parturition, and wherein said number of females are harvested prior to 24 months of age;

b. a number of female offspring of said number of females of a species of mammal, wherein said number of female offspring are inseminated with a plurality of spermatozoa, and wherein a percentage of at least 70% of said plurality of spermatozoa have a sex determination characteristic corresponding to female offspring mammals, and wherein said number of female offspring replace said number of females of species of mammal harvested.

15

20

29. The animal management system as described in claim 28, wherein said percentage of said plurality of spermatozoa have a sex determination characteristic corresponding to female offspring mammals is selected from the group consisting of at least 80%, at least 85%, at least 90%, at least 91%, at least 92%, at least 93%, at least 94%, at least 95%, at least 96%, at least 97%, and at least 98%.

25

30. The animal management system as described in claim 28, wherein said female of said species of mammal is selected from the group consisting of bovids, ovids, equids, canids, felids, and porcine.

30

31. The animal management system as described in claim 28, wherein said female of said species of mammal comprises a bovine species of mammal.

32. The animal management system as described in claim 31, wherein said wherein
said plurality of spermatozoa comprises a number of spermatozoa selected from
the group consisting of no more than 10 million live non-frozen spermatozoa, no
5 more than 5 million live non-frozen spermatozoa, no more than 3 million live non-
frozen spermatozoa, no more than 1 million live non-frozen spermatozoa, no more
than 500,000 live non-frozen spermatozoa, no more than 250,000 live non-frozen
spermatozoa, and no more than 100,000 live non-frozen spermatozoa.
- 10 33. The animal management system as described in claim 31, wherein said plurality
of spermatozoa comprises a number of spermatozoa selected from the group
consisting of no more than 10 million frozen-thawed spermatozoa, no more than 6
million frozen-thawed spermatozoa, no more than 5 million frozen-thawed
spermatozoa, no more than 3 million frozen-thawed spermatozoa, no more than 1
15 million frozen-thawed spermatozoa, no more than 500,000 frozen-thawed
spermatozoa, no more than 250,000 frozen-thawed spermatozoa, and no more
than 100,000 frozen-thawed spermatozoa.
- 20 34. The animal management system as described in claim 28, wherein said female of
said species of mammal comprises an equine species of mammal.
- 25 35. The animal management system as described in claim 34, wherein said plurality
of spermatozoa comprises a number of spermatozoa selected from the group
consisting of no more than 25 million live non-frozen spermatozoa, no more than
15 million live non-frozen spermatozoa, no more than 10 million live non-frozen
spermatozoa, and no more than 5 million live non-frozen spermatozoa.
- 30 36. The animal management system as described in claim 35, wherein said plurality
of spermatozoa comprises a number of spermatozoa selected from the group
consisting of no more than 25 million frozen-thawed spermatozoa, no more than
15 million frozen-thawed spermatozoa, no more than 10 million frozen-thawed
spermatozoa, and no more than 5 million frozen-thawed spermatozoa.

37. The animal management system as described in claim 28, wherein said plurality of spermatozoa comprises a number from about 10% to about 50 % relative to a typical number of spermatozoa in an artificial insemination sample.

5

38. The animal management system as described in claim 28, further comprising an induced early puberty in said female offspring of said number of females of said species of mammal.

10 39. The animal management system as described in claim 38, wherein said number of females of said species of mammal comprise females of a bovine species of mammal and wherein said induced early puberty comprises said induced early puberty at a time no later than nine months after birth.

15 40. The animal management system as described in claim 39, wherein said induced early puberty in said female of said bovine species of mammal comprises said induced early puberty between about 250 days after birth to about 270 days after birth.

20 41. The animal management system as described in claim 40, herein said induced early puberty in said female of said bovine species of mammal comprises a sufficient ration of feed to produce an average weight gain of about 1.3 kilograms per day to about 1.4 kilograms per day per female of said bovine species of mammal.

25

42. The animal management system as described in claim 38, further comprising an early wean female of said species of mammal.

30 43. The animal management system as described in claim 42, wherein said early wean female of said species of mammal comprises an early wean female of said bovine species of mammal, and wherein said early wean female of said bovine species of mammal is weaned at between about 95 days to about 125 days after birth.

80

44. The animal management system as described in claim 43, wherein said female of said bovine species of mammal are inseminated between about 283 days after birth to about 316 days after birth.
- 5 45. The animal management system as described in claim 42, further comprising synchronized estrous.
46. The animal management system as described in claim 45, wherein synchronized estrous comprises:
- 10 a. top dressed feed with MGA at 0.5 milligrams per female of said bovine species of mammal per day for 14 days; and
- b. PGF2 injection 19 days after the last day of top dressed feed with said MGA.
- 15 47. A method of managing animals, comprising the steps of:
- a. producing a female of a species of mammal;
- c. inducing early puberty in said female of said species of mammal;
- c. inseminating said female of said species of mammal with a plurality of spermatozoa;
- 20 d. fertilizing at least one egg within said female of said species of mammal; and
- e. producing a female offspring mammal.
48. A method of managing animals, comprising the steps of:
- 25 a. producing a female of a species of mammal;
- b. weaning said female of said species of mammal early;
- c. inseminating said female of said species of mammal with a plurality of spermatozoa;
- d. fertilizing at least one egg within said female of said species of mammal;
- 30 and
- e. producing a female offspring mammal.

87

49. A method of managing animals, comprising the steps of:

- a. producing a female of a species of mammal;
- c. inseminating said female of said species of mammal with a plurality of spermatozoa;
- 5 d. fertilizing at least one egg within said female of said species of mammal;
- e. producing an offspring mammal; and
- f. harvesting said female of said species of mammal prior to advance carcass maturity.

10 50. A method of managing animals, comprising the steps of:

- a. producing a female of a species of mammal;
- c. inducing early puberty in said female of said species of mammal;
- c. inseminating said female of said species of mammal with a plurality of spermatozoa;
- 15 d. fertilizing at least one egg within said female of said species of mammal; and
- e. producing a female offspring mammal.

51. A method of managing animals, comprising the steps of:

- 20 a. producing a female of a species of mammal;
- b. weaning said female of said species of mammal early;
- c. inseminating said female of said species of mammal with a plurality of spermatozoa;
- d. fertilizing at least one egg within said female of said species of mammal;
- 25 e. producing a female offspring mammal.

52. A method of managing animals, comprising the steps of:

- a. producing a female of a species of mammal;
- c. inseminating said female of said species of mammal with a plurality of spermatozoa;
- 30 d. fertilizing at least one egg within said female of said species of mammal;
- e. producing an offspring mammal;

- f. harvesting said female of said species of mammal prior to advance carcass maturity.

53. A method of managing animals, comprising the steps of:

- 5 a. inseminating a female mammal;
- b. inseminating said female of said species of mammal with a plurality of spermatozoa, wherein at least 90% of said plurality of spermatozoa bear a Y-chromosome;
- 10 b. fertilizing at least one egg within said female of said species of said mammal; and
- c. producing a male offspring mammal.

15

20

84
83

2/8

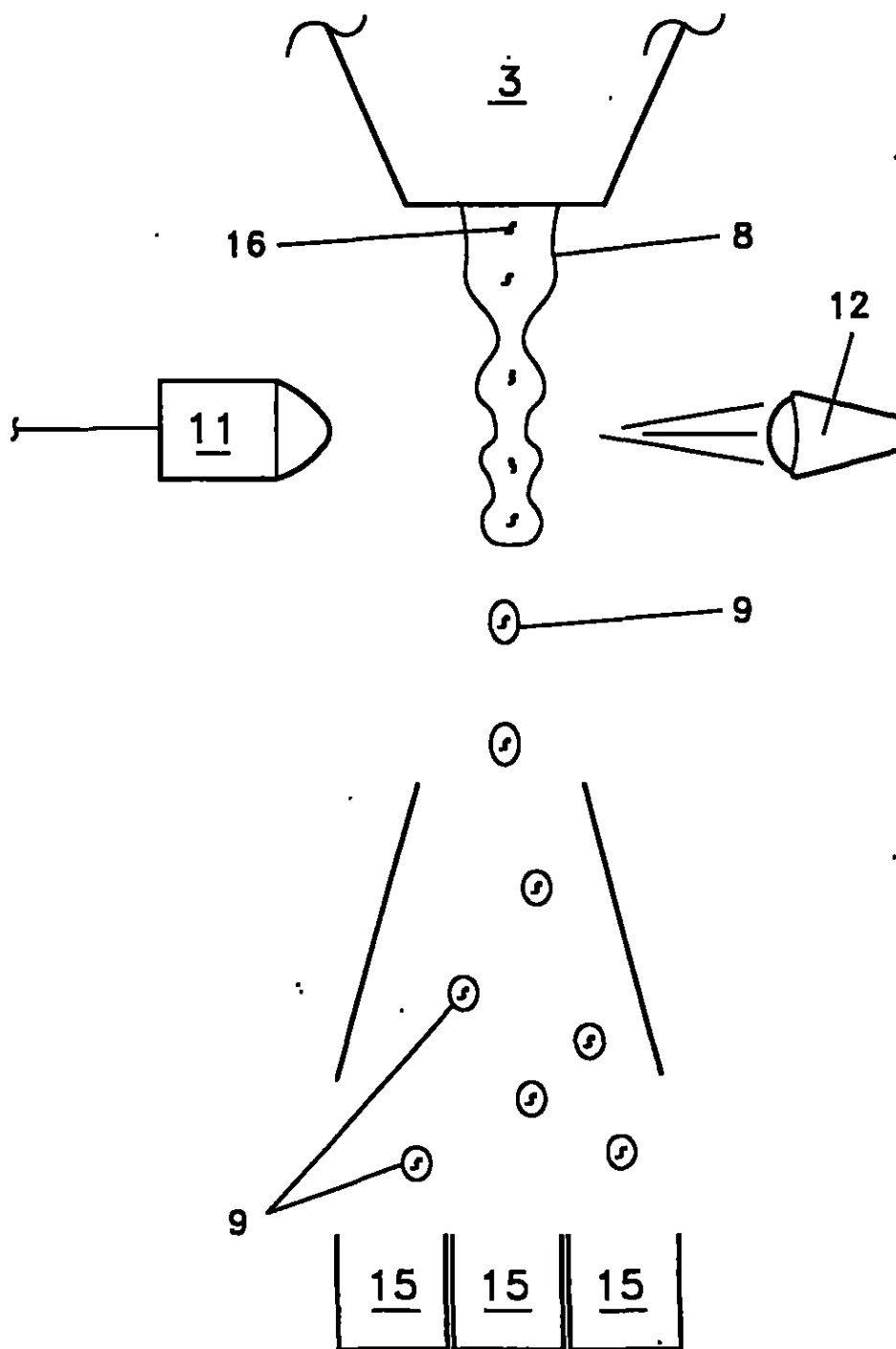


Fig. 2

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

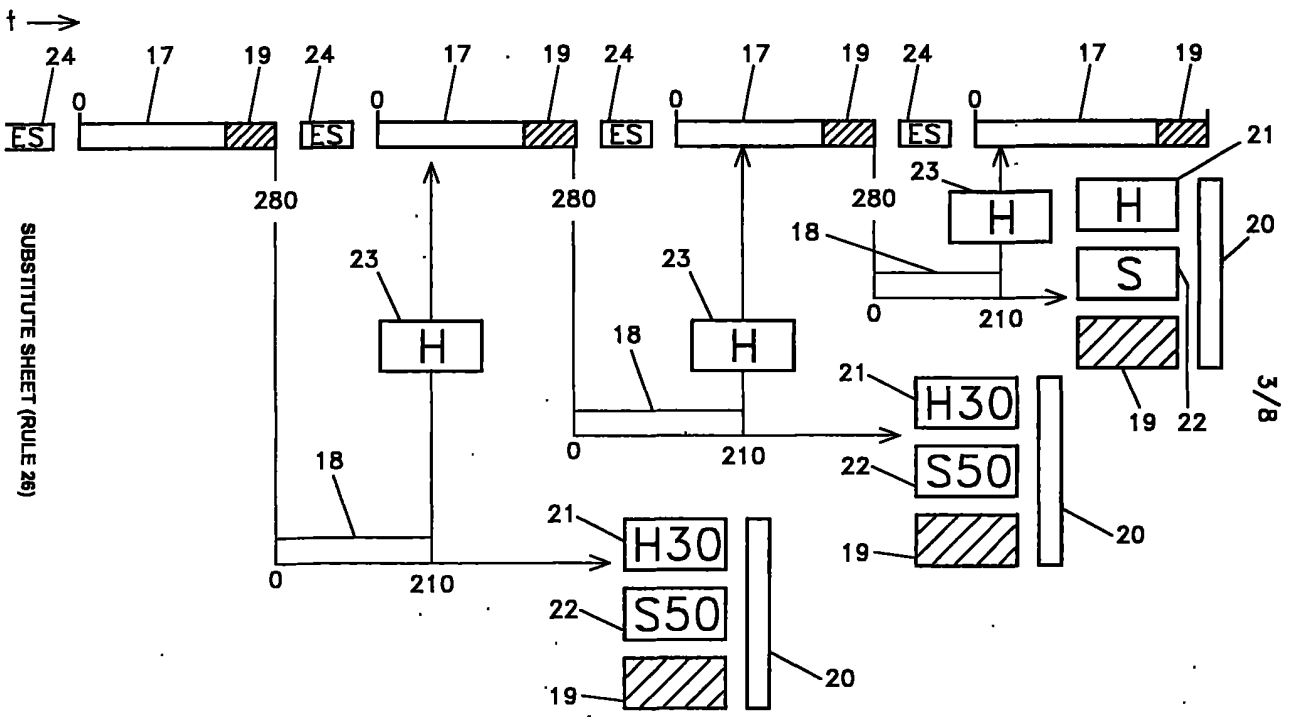


Fig. 3

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

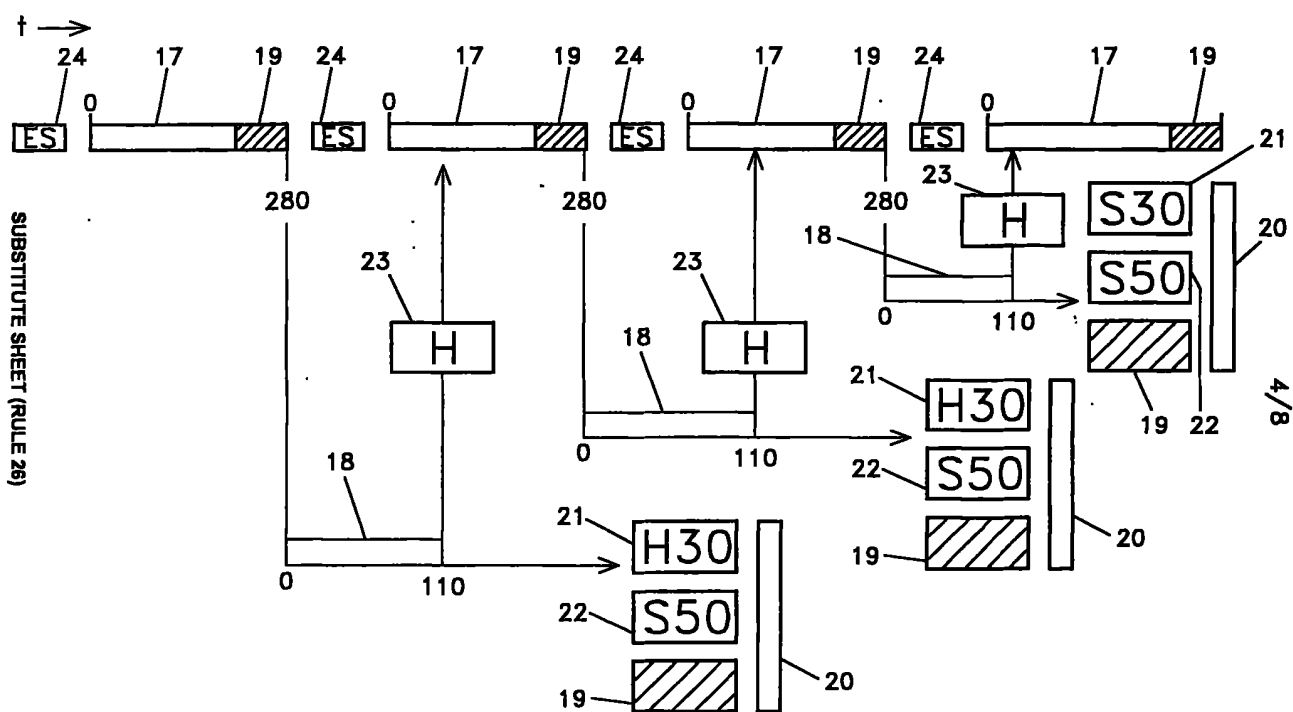


Fig. 4

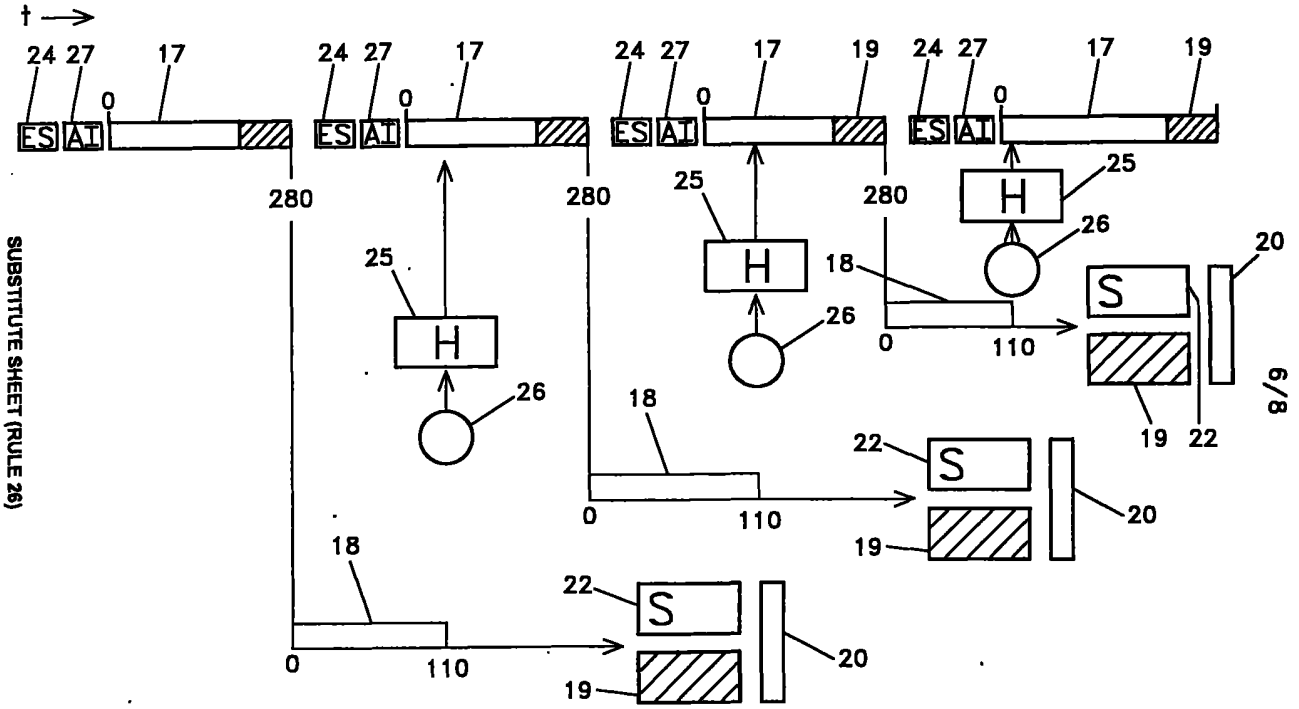
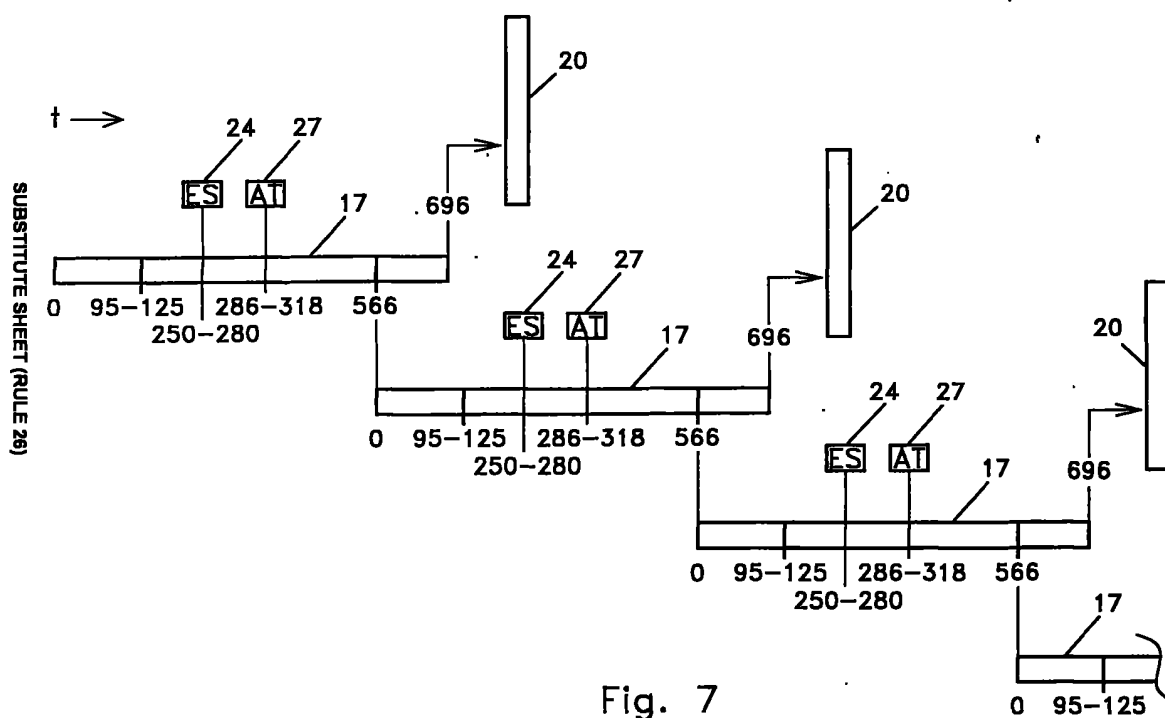


Fig. 6

7/8



SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

8/8

~~8/8~~

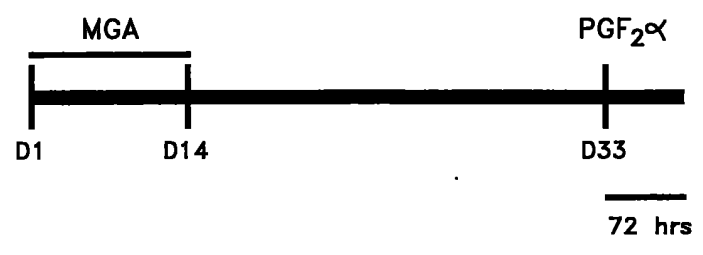


Fig. 8

96

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US01/18879

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(7) : A61B 17/43; A61D 7/00

US CL : 600/35

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

U.S. : 600/35, 34, 33; 128/898; 514/178; 435/2, 7, 7.21; 424/105, 78, 85, 561, 185.1

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
WEST: artificial insemination, bovine, equine, induced puberty, sex characteristic, sperm separation, flow cytometer

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4,327,177 A (SHRIMPSON) 27 April 1982, see whole document	1-13, 52, 53
Y		47, 48, 50, 51
Y,P	US 6,087,352 A (TROUT) 11 July 2000, see whole document.	14-17, 47, 48, 50, 51

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

01 September 2001 (01.09.2001)

Date of mailing of the international search report

16 NOV 2001

Name and mailing address of the ISA/US

Commissioner of Patents and Trademarks
Box PCT
Washington, D.C. 20231

Facsimile No. (703)305-3230

Authorized officer

Robert S. Smith

Telephone No. (703) 308-0858

1/8

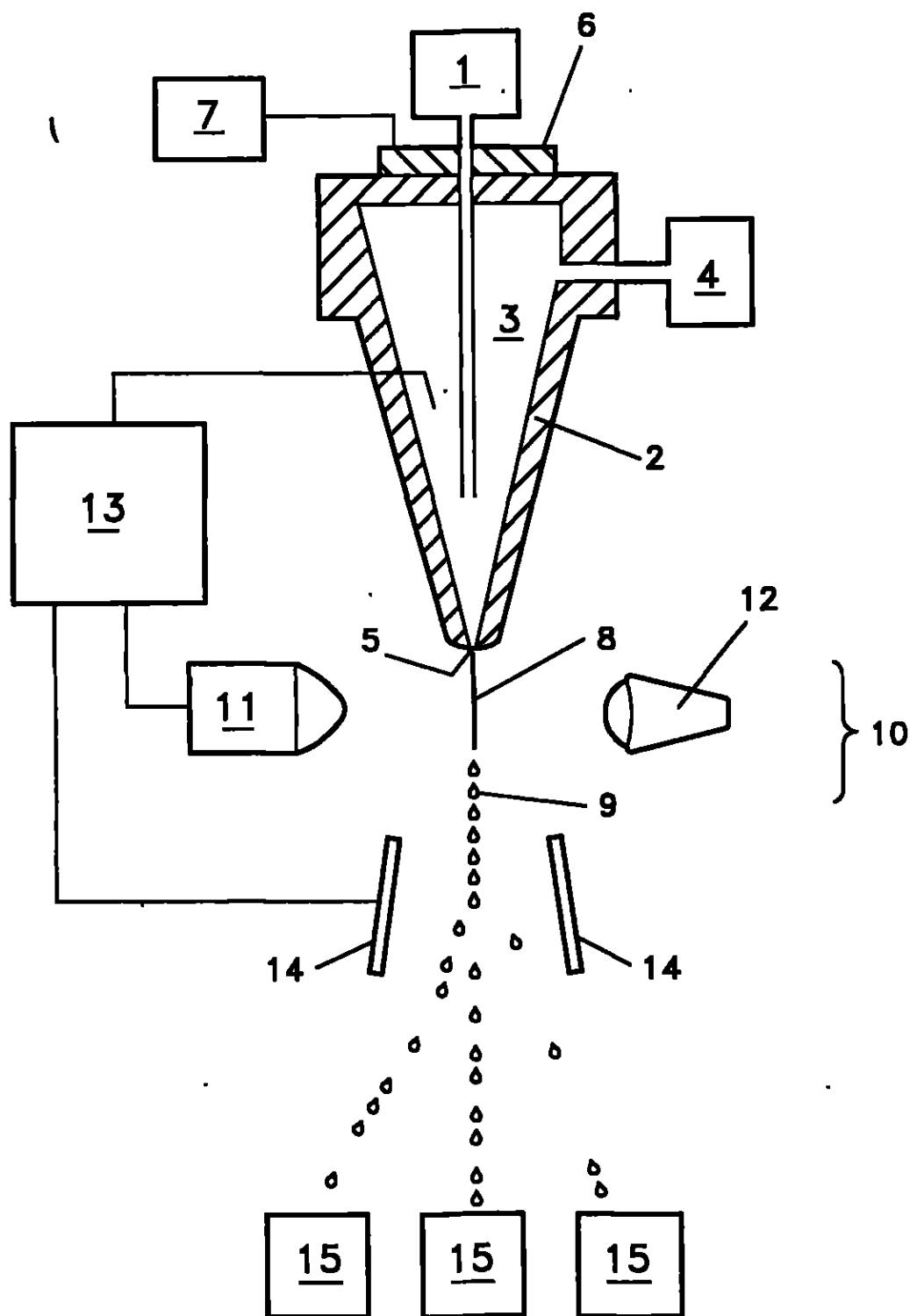


Fig. 1

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

**INTEGRACIÓN DE DESTETE PRECOZ Y USO DE SEMEN DE SEXO
SELECCIONADO EN UN SISTEMA DE VAQUILLONA-EN TERNERO ÚNICO PARA
INCREMENTAR EL VALOR DE VAQUILLONAS DE NO REEMPLAZO**

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Introducción

La presión económica para mejorar la producción y la eficiencia de carne de ternero ha irrumpido en la industria y en los investigadores para la evaluación de varios sistemas de producción (64). Uno de tales sistemas que ha recibido la atención es el sistema de vaquillona-ternero único (SCH). Este sistema es capaz de utilizar hembras no reemplazadas que son normalmente blanco de la matanza de reses. Sell y colaboradores (88) simulan y comparan económicamente un sistema SCH con otros esquemas de manejo de carne utilizando costos promedio de producción y retorno por productos desde 1958 a 1986, ellos encontraron que el sistema SCH era provechoso 26 de los 29 años. Sin embargo, en función de hacer al sistema SCH económicamente sustentable, el producto final debe ser aceptable para el consumidor. El componente más esencial del sistema SCH es que la vaquillona tenga una parición y esté lista para ser recogida antes que tenga 30 meses de edad en función de evitar el avance de la madurez de la res (13). Tales reses tiene problemas en el sabor de paladar (37), y por lo tanto puede ser penalizada con descuentos financieros. La USDA (103) establece la edad cronológica aproximada que corresponde a la madurez fisiológica marca AB o mayor es de 30 meses de edad o más. Sin embargo, Shackelford y colaboradores (89) encontraron que la marca para la madurez se incrementa con el aumento de la edad cronológica mucho más rápido que lo que indica la USDA y por lo tanto sugiere que los animales de 24 meses de edad o mayores corresponden más precisamente a la marca de madurez AB o mayor. Es más, la edad

blanco para recolectar para SCH debería ser menor que los 24 meses de edad en función de minimizar los riesgos de descuentos financieros y proveer al consumidor con un producto altamente sabroso.

Se designó al sistema SCH para producir una res a partir de SCH y también de un ternero. La res del SCH debe ser de alta calidad pero no debe sacrificar la calidad de la progenie. Un sistema de producción en el cual un SCH es para criar un ternero y para ser recolectado a los 24 meses de edad, puede posiblemente ser llevado a cabo por los criadores de vaquillonas a una edad no tradicional de 9 meses. Además, Taylor (100) postula una hipótesis que en las más jóvenes de las vacas del rebaño, la mayor proporción del alimento total es utilizado para la producción de peso y una menor cantidad del alimento es utilizado para el mantenimiento, lactancia, gestación, o condiciones corporales, de aquí que se incrementa la eficiencia biológica. Taylor (100) también discute la probabilidad de que si un SCH podría producir solamente terneros hembras, luego solamente una parición por hembra podría ser necesaria y la madre podría ser sacrificada a una edad suficientemente temprana para todavía mantener la aceptabilidad del consumidor sin los descuentos por madurez, creando así un sistema de auto-perpetuidad. Cruzando vacas jóvenes con semen separado por sexo para dar una progenie femenina puede también reducir las dificultades de parir las vacas e incrementar la sobrevida de los terneros (39).

Para llevar a cabo una reproducción temprana, es necesario la inducción de una pubertad temprana. La maduración dentro de ese estado involucra complejas interacciones entre la función endócrina, el medio ambiente, el medio social, clase, nutrición, y peso para originar el desarrollo del tracto reproductivo y la función reproductiva. La dieta es una herramienta efectiva para inducir la pubertad. Se ha reportado que dietas de alta energía inducen el inicio de la pubertad en

vaquillonas a edades tempranas respecto de dietas de baja energía (29,78). El peso de las vaquillonas tiende a tener un impacto mayor sobre la pubertad más que la edad de la pubertad (4). Además, las vaquillonas alimentadas con dietas que producen alta cantidad de propionato en el rúmen alcanzan la pubertad con pesos más livianos (73). De manera similar, Moseley y colaboradores (62) y Purvis y Whittier (72) encontraron que las dietas que contienen ionóforos disminuyen la edad del inicio de la pubertad, no se relacionan con ADG o el peso corporal. Aunque el plan de nutrición está inversamente relacionado con la edad de la pubertad, los patrones de ganancia no tienen efecto sobre la edad de la pubertad (33), tanto como que las vaquillonas alcanzan aproximadamente un 60-65% del peso del cuerpo maduro (51) previo a la estación de cría. De aquí que, la inducción de la pubertad temprana depende de alcanzar el peso blanco a una edad joven para la crianza con tipos y lotes de dieta alimentaria alta en energía y con un ionóforo. Las vaquillonas no reemplazadas, destetadas tempranamente y el manejo de las mismas en condiciones de lotes de alimentación inmediatamente luego del destete es una manera de alcanzar los pesos blancos tan tempranamente en la vida como sea posible.

El destete temprano ha demostrado ser una herramienta para incrementar madres BCS sin efectos perjudiciales sobre los terneros. Greens y Turner (32) encontraron que vaquillonas destetadas tempranamente colocadas con dietas de alta calidad resultó en niveles más altos de ganancia que las contemporáneas que se mantuvieron con sus madres. Es más, Schoonmaker y colaboradores (85) estudiando la producción de destetados tempranos encontraron que terneros destetados tempranamente eran más eficientes en la conversión del alimento; además ellos tenían una ganancia total mayor desde el nacimiento hasta el matadero.

Integrando el destete temprano y el semen seleccionado por sexo en un sistema de vaquillona-ternero único puede ser un

esquema de manejo en el cual se incrementa el valor de vaquillonas no reemplazadas. El sistema integrado podría producir productos de alta calidad para el consumidor y también proveer un producto en un sistema alternativo de manejo que tiene el potencial de incrementar el aprovechamiento.

Sistema vaquillona-ternero único

Las presiones económicas para mejorar la producción y la eficiencia de la carne vacuna ha irrumpido en la industria y en los investigadores para la evaluación de varios sistemas de producción (64). Uno de tales sistemas es el sistema de vaquillona-ternero único (SCH). Este sistema tiene la capacidad de utilizar hembras normalmente no reemplazadas como blanco para el matadero. El sistema de vaquillona-ternero único (SCH) es un manejo intensivo, un sistema alternativo comprobado que maximiza la eficiencia biológica de las vacas (74). Los sistemas vaquillona-ternero único tienen una mayor eficiencia biológica que los sistemas tradicionales (18,100) porque la energía es utilizada para preñez y lactancia durante el período de crecimiento y de engorde, por esto proporcionalmente menos alimento ingerido es utilizado para el mantenimiento (11,13,34). La eficiencia biológica es el ingreso de nutrientes totales digeribles (TDN) kg. para producir un kg. de producto (12). La ineficiencia de una vaca madura puede explicarse porque ella utiliza energía metabolizable para el mantenimiento fisiológico; el 70-80% del ingreso para mantenimiento (22,25), se gasta aproximadamente cantidades del 50% del total de la producción de carne (25). El 20-25% restante de los nutrientes que ingresan es utilizado para la producción (22). Es más, solamente el 14,4% de la energía del alimento metabolizable en una vaca es recuperado por su ternero como producto (47). Es más, diluyendo los costos

de mantenimiento y mercado mayor peso por vaca podría incrementar la productividad de la vaca (22).

Los granjeros irlandeses han utilizado el sistema vaquillona-ternero único en 1973, vaquillonas que paren a los 24 meses de edad seguido de su recolección entre los 27 y 28 meses de edad. Sin embargo, han dejado el sistema debido a la reducción en los precios pagados por carne SCH desde 1975 a 1976 (34,77). El sistema SCH requiere que las vaquillonas alumbren a los 24 meses de edad, lo cual requiere alimentarla con grandes cantidades de alimento concentrado. La reducción en el precio pagado por SCH no detiene el costo del alimento (77). En 1975, La Comunidad Económica Europea (EEC) promovió el incremento de la producción de carne sin incrementar la producción de leche. Owen (69) fijó que las técnicas para implementar el suministro de terneros o incrementar la salida desde la misma cantidad de ternero incluye incrementar la producción de vaquillona-cría, expandiendo la carne del rebaño, mejorando el intervalo de parición, incorporando la gestación de mellizos o reduciendo la incidencia diaria de terneros eutanizados después del nacimiento. La EEC reconsideró al sistema SCH como una manera de incrementar la producción de carne sin incrementar la producción de leche (34). En 1975, un seminario realizado por la Comisión de Comunidades Europeas en Copenhague propuso incrementar el interés y además las investigaciones en los sistemas SCH.

Las consideraciones técnicas para un sistema SCH incluyen carne y reses de calidad, pariciones dificultosas, nivel de crecimiento y rendimiento de la progenie (18). Sin embargo, el componente más esencial del sistema SCH es que una vaquillona parida esté lista para ser recolectada antes de que ella tenga 30 meses de edad para evitar el avance de la madurez y para calificar para los premios de elección de reses (13) y evitar los descuentos por madurez fisiológica con marcas AB o mayores, como los descritos por la USDA (103). Si un nacido de una vaca de 2

años de edad recibe el grado de elección USDA antes de que ella alcance los 30 meses de edad, ella podría ser valorada un 30% más que una vaca desechada (13).

Distocia

Las dificultades en la parición de las vacas se debe a varios factores que incluyen, pero no están limitados a, la inapropiada posición del ternero al nacimiento, el tamaño y la forma del ternero y/o el tamaño de la madre. Estas dificultades se refieren comúnmente como distocia y resultan en el incremento de la mortalidad y morbilidad de los terneros. La distocia puede tener un gran impacto sobre la viabilidad económica de cualquier sistema de manejo y debería ser minimizada. El modelo de simulación de Keeling y colaboradores (43) predijo que un incremento en el porcentaje de terneros vivos tiene un gran efecto sobre el aprovechamiento más que un incremento en el nivel de ganancia. Bagley (4) puntualizó que el factor primario en el aprovechamiento en el sistemas SCH es destetar un ternero vivo.

Distocia y Sistemas SCH

El crecimiento del esqueleto podría ser encarado como un método para reducir la posibilidad de subsecuentes problemas de distocia durante el desarrollo de SCH (13). Crowley (18) sugirió que por poco cualquier cría de una vaca que tiene parición a los 14 a 15 meses de edad puede ser útil para un sistema SCH, muchos otros estudios sugieren que el tipo de cría tiene efecto sobre la edad de inicio de la pubertad, las dificultades de parición (5,11,18,78) y la calidad de la res (5,78,78). Brethour y Jaeger (13) sugirieron que vaquillonas jóvenes y pequeñas son descalificadas para un sistema SCH. Esto es debido a que no alcanzan la pubertad suficientemente pronto para sincronizar para

la cría y si ellas conciben incrementan la probabilidad de distocia durante el nacimiento. Es más, Brethour y Jaeger (13) sugieren que el sistema puede ganar en eficiencia a partir de nacimientos a 20 meses más que a 24 meses de edad.

El sistema SCH tiene muchas ventajas y desventajas, las cuales varían bajo los diferentes esquemas de producción (18). Una desventaja del sistema SCH es que se incrementan las dificultades de los nacimientos comparado con un rebaño compuesto de madres a parir. Vacunos más jóvenes tienen mayores distocias al momento del primer nacimiento (50,107). Sin embargo, para una dada vaquillona y genotipo de toro, la frecuencia de distocia depende más del tamaño que de la edad de la vaquillona (98). La distocia puede ser minimizadas con toros nacidos con bajo peso; sin embargo, la progenie puede ser menos valiosa (18). Los terneros nacidos en la primer parición de las vaquillonas a los 2 años de edad tienen levemente más bajo peso de destete que aquellos que han nacido de un primer nacimiento de una vaquillona a una edad mayor (4). Crowley (18) reportó resultados similares; los terneros nacidos en un primer nacimiento de vaquillonas de 2 años de edad tenían un 8% menos de velocidad de tasa de crecimiento que los terneros nacidos de vacas con 5 años de edad. Roy y colaboradores (79) encontraron que terneros nacidos de vaquillonas que parieron tempranamente tenían un nivel de crecimiento aceptable pero no prominente. Asimismo, Petit (71) reportó que terneros nacidos de primeras pariciones de vaquillonas de 2 años de edad eran más pequeños y tenían un menor nivel de sobrevida que aquellos nacidos de un primer parimiento de vaquillonas de 3 años de edad. Sin embargo, a pesar del peso de nacimiento, los terneros pueden tener una menor velocidad de crecimiento y un peso levemente menor en el destete, en el comercio de animales en pie se paga más por libra para un ternero alumbrado el cual puede subsecuentemente compensar más las diferencias económicas (4).

Peso de nacimiento de la progenie

El peso de nacimiento el ternero contribuye significativamente a la distocia. Se ha documentado que el sexo del ternero, como evidencia del peso, y la edad de la madre también afectan en la incidencia de distocia. Laster y colaboradores (50) comunicaron un incremento de las dificultades en el nacimiento del 2,3% por cada kg. alcanzado en el peso del nacido. Las madres con una progenie masculina muestran una mayor distocia, del 28% comparado con el 17% para la progenie femenina como una consecuencia del mayor peso de nacimiento de los terneros macho vs. los terneros hembra. Roux y colaboradores (78) también reportaron que las vaquillonas con distocia tenían un tamaño pélvico significativamente más pequeño que las vaquillonas que dieron nacimiento sin asistencia, Roux y colaboradores (78) especulan que el peso al nacimiento del ternero probablemente impacta más el nivel de distocia que el tamaño pélvico.

Edad de la madre

Además Laster y colaboradores (50) analizaron la aparición de distocia. Cuando no se incluía el peso de nacimiento en el análisis, el padre de la cría, la madre de la cría, la edad de la madre, y el sexo del ternero eran todos factores significativos que contribuían a la distocia. Cuando se mantuvo el peso de nacimiento constante, la edad de la madre fue el único efecto significativamente asociado con el porcentaje de dificultad de parición. Sin embargo, la discrepancia en el sexo magnifica las diferencias en la edad. Vaquillonas de dos años de edad tienen 36 y 45% más riesgo de distocia que vacas de 3 años de edad y de 4 y 5 años de edad, respectivamente. Las vacas de 3 años de edad también tienen un 9% más de probabilidad de distocia

que las vacas de 4 y 5 años de edad. Además, Boucque (11) reportó nacimientos dificultosos debido principalmente a la joven edad de las vaquillonas. Por el contrario, Gravet (30) puntualizó que el ternero a parir es el factor más importante en la distocia de las vaquillonas SCH; y esto contribuye a más del 50% de la dificultad de parición mientras que la edad y el tamaño de la madre contribuye solamente en un 10%.

Las vaquillonas a parir corren un riesgo aumentado de distocia y también un riesgo aumentado de aborto, los cuales son mayores para vaquillonas cuya primera parición es a los 2 años de edad respecto de las vaquillonas de 3 años de edad (71). Petit (71) especula que la competencia por los nutrientes entre la madre y el feto puede jugar un rol en el incremento del riesgo de distocia en las vaquillonas muy jóvenes. Sin embargo, se han descrito alimentaciones pesadas que incrementan la incidencia de distocia (13,50).

Alimentación del padre y la madre

Varios estudios han reportado distocia entre las vaquillonas en un sistema SCH. Las dificultades de parición para SCH fueron reportadas por Boucque (11) en un sistema de vaquillonas Belgas Blancas de 24 y 25 meses de edad cruzadas con machos Charolais; debido al alto peso de los terneros nacidos (promedio 4,8 kg. y 4,3 kg.) se observaron procedimientos de cesárea en el 30-37,5%, un 15-25% de aún nacidos o muertos dentro de las 24 horas postparto. Roux y colaboradores (78) reportaron dificultades de parición similares en vaquillonas Friesian de 19 meses de edad y Friesian X Charolais cruzadas con machos Aubrac y Angus; el 39% requirió asistencia y el 5% requirió la intervención del veterinario. La incidencia de dificultades de parición también la ha reportado Bailey (5) utilizando vaquillonas cruzadas; aquéllas cruzadas con machos Texas Longhorn

tenían un valor tan bajo como del 4% de asistencia de los nacimientos. Sin embargo, la misma población de vaquillonas cruzadas con machos Red Angus tenían un 28% de distocia. Estos estudios muestran que el tipo de macho en la cruce tiene efectos sobre las dificultades de parición.

Facilidades y manejo

La muerte del ternero debido a la distocia depende mucho del nivel de supervisión (18). Simon y colaboradores (92) reportaron que bajo condiciones típicas de lotes de alimentación, vaquillonas de lotes de alimentación preñadas mostraban una alta incidencia de distocia y experimentaban un 29% de muerte del ternero debido a la pérdida de las habilidades y a las desfavorables condiciones de parición. No obstante, el productor debe utilizar la selección para optimizar tanto la facilidad de la parición como el valor de la progenie de acuerdo con la capacidad de manejo (13).

Lactancia

Hermesmeyer y colaboradores (35) demostraron cómo una SCH no sólo es capaz de criar un ternero en condiciones de alimento en lote sino que es más eficiente que una vaquillona virgen. Hermesmeyer y colaboradores (35) reportaron que vaquillonas vírgenes no lactantes de 2 años de edad eran 30,8% más eficientes en la conversión del alimento que las SCH lactantes. Sin embargo, cuando compararon por unidad de vaca, la eficiencia total del alimento de la SCH lactante y su ternero era un 26,9% mayor que las vaquillonas vírgenes no lactantes de 2 años de edad. Reiling y colaboradores (76) reportaron resultados similares; la producción de leche y la subsecuente ganancia del ternero a partir de SCH lactante produce un 51% más de ganancia en peso y

consume un 35% más de materia seca que vaquillonas abiertas; por consiguiente las SCH eran un 35% más eficientes. No obstante, es fuertemente aconsejado el destete temprano de los terneros de las vaquillonas en función de la partición de nutrientes para la ganancia en peso de la madre más que para la lactancia (14,18,71). Brethour y Jaeger (13) reportaron que por cada día de retraso en el destete, el ternero ganaba 1,2 libras mientras que la ganancia de la madre se reducía en 1,2 libras. Por esta razón ellos utilizaron el destete temprano en su sistema SCH, destete temprano de los terneros a las 10-12 semanas de edad. El destete temprano de los terneros fue más estresante para las madres que para los terneros, por ello las madres perdieron peso y los terneros no. Esto se debió probablemente a que se habían acostumbrado a alimentarse de la litera previo al destete.

Utilización de la energía metabolizable

Moe y colaboradores (58) reportaron que la eficiencia de los depósitos grasos movilizados por la producción de leche era del 82,4%. La eficiencia de la grasa corporal reemplazada durante la lactancia tardía era del 74,7% de ME. Por consiguiente, la eficiencia neta en la producción de leche era del 61,6% (0.824×0.747). Esta era solamente y levemente más baja que el 64,4% de eficiencia del uso directo de ME para la producción de leche calculado por Moe y colaboradores (58). Ellos exploraron además la eficiencia de los depósitos de grasa y calcularon que el reemplazo de los depósitos en un estado no lactante era del 58,7% y por consiguiente la eficiencia neta era del 48,3% (0.824×0.587). Estos resultados sugieren que el tejido corporal perdido durante la lactancia temprana puede ser reemplazado más económicamente durante la lactancia tardía luego del post-destete.

Características de la res de SCH lactante

El porcentaje de relleno y los pesos del esqueleto se reducen durante el cuidado incrementado cuando las vacas son recolectadas en la misma etapa de post-parto (71). Hermesmeier y otros (35) estudiaron los efectos de la lactancia en las características del esqueleto de 30 meses de edad SCH. La lactancia SCH presentó pesos mayores encogidos y porcentajes de hígado, pelvis y grasa en el corazón (KPH). Sin embargo, las vaquillonas no lactantes tenían un 11% mayor de marmolado y grados de rendimiento (3.77 y 3.03, no lactantes y lactantes respectivamente). El SCH de lactancia tiene menores resultados de panel de suavidad de prueba aunque los valores WBS son similares entre los grupos. En contraste, Joseph y Crowley (42) terminaron las vaquillonas vírgenes de raza cruzada con Hereford y SCH en la pastura. El SCH fue secado a 2, 42 o 70 días de postparto y recogidos a 27-30 meses de edad. Joseph y Crowley (42) reportaron que la longitud de la lactancia no tenía efecto en el buen sabor de la carne del SCH. Los panelistas sensoriales no encontraron diferencias de la calidad del esqueleto entre los grupos de lactancia comparados con las vaquillonas vírgenes de la misma edad.

Manejo nutricional

Las vaquillonas en el sistema SCH deben ser capaces de no sólo producir leche adecuada para criar un becerro; ella además deben ser capaces de presentar un rendimiento tipo feedlot (comedero) para producir una res de calidad satisfactoria. De esta manera, el SCH utiliza un período de tiempo en un comedero en una dieta altamente concentrada para su finalización. Reiling y otros (74) manejaron un sistema SCH nutricionalmente en el primer invierno con una alta calidad de heno de alfalfa y dos kg. de maíz molido. En los meses de verano el sistema SCH fue

manejado sobre mezclas de pastos de estaciones frescas y pastura de legumbre seguido por el invierno, preparado de la etapa de pastura con tallos de maíz con acceso a un agregado de alfalfa *ad libitum* y 2 kg. de maíz molido. Los novillos de post-parto fueron movidos a un comedero y ubicados en un 85% de dieta concentrada a 13,4% de CP.

Dietas de mayor energía

En una revisión de varios estudios (22); una dieta de moderada a mayor en energía de alimentación para un mínimo de 90 a 100 días daba como resultado un buen sabor equivalente al grado de elección. La alimentación de animales por más de diez días daba sólo como resultado leves mejoras en el buen sabor del ganado del mismo tipo. Sin embargo, largos períodos de alimentación con dietas de alta energía son contra-productivos cuando el producto deseado es un producto al menudeo finamente picado, en particular para los animales jóvenes. Los experimentos con novillos de buey jóvenes puestos para la alimentación inmediatamente después del destete sugiere que una dieta alta en energía (mayor que 2,4 Mcal ME/kg DM) puede incrementar el ADG, pero el 85% o más de la ganancia incrementada puede irse a la deposición de grasas. En este caso el promedio incrementado del crecimiento no contribuye a la ganancia de proteína adicional, acelerando en cambio la deposición de grasa. Una dieta de alimento altamente concentrado también ha mostrado mejoras en la suavidad y terneza de la carne asada hecha de vacas de matadero (1). Mas aun, Shackelford (89) declara que la mayoría de las reses alimentadas a grano son fisiológicamente más útiles.

Tiempo de alimentación

Un período de alimentación de 110 a 160 días con una alimentación altamente concentrada es una estrategia de manejo típico para un 65 a 75% del ganado para alcanzar el grado de elección de la USDA; sin embargo, con esta longitud de alimentación es de esperarse un exceso de grasas (22). Él previno a los empaquetadores que discriminan contra el YG 3 y premió con una prima al YG 1 y al 2 si 1.0 cm. de grasa posterior en los suprímales que se vuelven un estándar; por lo tanto, el exceso de grasa puede ser evitado en esta situación. Brethour y Jaeger (13) manejaron el SCH para que esté en una dieta altamente concentrada durante 100 a 120 días sin problemas con el exceso de grasa. Su SCH ha tenido un excelente rendimiento de reses hasta un 80% de elección USDA con YG 1 y 2.

Vincent y otros (104) reportaron que la calidad de las reses se incrementa mientras se incrementa también la duración en el tiempo de alimentación. La mejora en la calidad resultó en un incremento en el marmolado, en la firmeza de la carne magra, la terneza en el plano del sabor y una reducción en la madurez de la carne magra y los valores de fuerza para el trasquilado. Schnell y otros (84) alimentaron vacas de matadero durante 0, 14, 28, 42 o 56 días con un concentrado de dieta de alta energía. Ellos documentaron que la alimentación de las vacas de matadero durante 28 días mejoran la musculatura, y producen y mejoran los resultados del color de la grasa y la firmeza del longissimus. Sin embargo, la terneza del churrasco no fue mejorada hasta el día 56. Matulis y otros (54), reportaron descubrimientos similares para el momento de alimentación de 0, 28, 56 y 84 días de un concentrado de 85%. Los pesos de las reses y de la grasa externa se incrementaron con cada incremento del tiempo en la alimentación. El grado de calidad no se incrementó en la alimentación hasta los 56 días. Ellos concluyeron que los beneficios del incremento en la duración del tiempo de alimentación fueron el incremento de la masa corporal, incremento

del marmolado, el grado de calidad, y la reducción en los valores de fuerza de corte Warner-Bratzler. Tatum y otros (99) ubicaron a los novillos de buey en una alimentación altamente concentrada. Estos compararon y contrastaron el efecto de 100, 130 y 160 días de alimentación. Ellos encontraron que el buen sabor se afectaba levemente con el tiempo de alimentación. Los novillos de bueyes con una alimentación de duración incrementada tuvieron una res de madurez mayor, un incremento en la deposición de grasas, bajando el grado de rendimiento pero mejorando el grado de calidad. El buen sabor se incrementó con cada grado de marmolado. Sin embargo, la mejora con cada resultado no fue ni consistente ni estadísticamente diferente. El grado de marmolado además mejoró los resultados del panel sensorial y redujo los valores de la fuerza de corte. Sin embargo, Brethour y Jaeger (13) notaron que la longitud en la alimentación debe depender en las primas y descuentos para la producción de reses, los grados de calidad, los costos de alimentación y el crecimiento potencial. Dikeman (22) concluyó que un período más corto de alimentación de máximos promedios de ganancia puede reducir los costos no relacionados a la alimentación que la alimentación a base de dietas de baja energía por largos intervalos, pero esto depende del precio del grano.

Rendimiento del comedero SCH

Brethour y Jaeger (13) reportaron que el rendimiento del comedero SCH fue no equitativo. Waggoner y otros (105) reportaron que las vaquillonas vírgenes tienen mayores ganancias que el SCH. Por el contrario, Bailey y otros (5) reportaron que el SCH ha tenido mayores ganancias que las vaquillonas vírgenes. Sin embargo, en los estudios que comparan las unidades, el SCH más el ternero con las vaquillonas vírgenes, se encontró que la ganancia fue mayor para el SCH y la unidad de ternero (11,78). Boucque

(11) además reportó que la eficiencia en la alimentación fue menor para el SCH que para la vaquillonas vírgenes durante el engorde y la lactancia. Sin embargo, otros estudios han reportado que aunque el SCH consume más comida estos ganaron un 11% más rápido que las vaquillonas vírgenes de 1 año (75,105).

Madurez fisiológica

De acuerdo con los estándares de los Estados Unidos para grados de bifes de res (103) existen cinco clases de madurez fisiológica: A, B, C, D y E. El USDA ha dispuesto aproximadamente edades cronológicas que corresponden a los resultados de madurez fisiológica: A, 9 a 30 meses de edad; B, 30 a 42 meses de edad; C, 42 a 72 meses de edad; D, 72 a 96 meses de edad; E, mayores a 96 meses de edad. Sin embargo, Schackelford y otros (89) realizaron un experimento y encontraron que los resultados de madurez se incrementan con el incremento cronológico de la edad a una velocidad promedio mayor de la indicada por el USDA. Por lo tanto, la línea de guía sugerida para la edad cronológica que corresponde a los resultados de madurez debe ser como la siguiente: A, 9 a 24 meses de edad; B, 24 a 36 meses de edad; C, 36 a 48 meses de edad; D, 48 a 68 meses de edad; E, mayores a 60 meses de edad. El sistema SCH apunta a cosechar a los 30 meses de edad y por lo tanto, los resultados de madurez A, B y C son los más comúnmente obtenidos.

Madurez de la carne magra

Con el avance de la madurez fisiológica la textura de la carne magra se volverá tosca y el color será de un rojo más oscuro. En animales más jóvenes, la carne magra puede ser muy fina en textura y puede presentar un color rojo suave grisáceo, mientras que en los animales maduros, la carne magra es muy tosca

y de un rojo muy oscuro (103). Los resultados en la madurez de la carne magra para el SCH de 30 meses de edad han variado. Algunos estudios reportaron que las hembras vírgenes tienen mayores valores de madurez en el color de la carne magra (5, 74, 104, 105). Por el contrario, otros datos de investigación concluyeron que no se encuentran diferencias entre el color de la carne magra del SCH y las vaquillonas vírgenes (10, 14, 74, 75, 78) y han reportado valores de madurez de la carne magra de A⁶⁰. Waggoner y otros (105) reportaron resultados similares. Un resultado interesante obtenido por Field y otros (26) fue que el SCH de 33 meses de edad tiene una madurez de carne magra de AA⁶⁰ pero una madurez de AC⁶⁰. Sin embargo, de acuerdo con el USDA (103), los cuerpos con AC⁶⁰ esquelético o madurez de carne magra puede mantenerse en una madurez de AC⁶⁰ sin importar el otro resultado fisiológico.

Madurez esquelética

La madurez es determinada por medio de la evaluación del tamaño, forma y osificación de los huesos y cartílagos, particularmente el corte de los huesos del espinazo, el color y textura de la carne magra (103). Cuando se determina la madurez se coloca un énfasis más leve en la osificación torácica que en la textura y el color de la carne magra. La madurez total no puede ser ajustada por más de un grupo de madurez total diferente del indicado por la madurez esquelética. Si la textura y el color de la carne magra es más delgada o más liviana que el resultado de la madurez del cuerpo normal dentro del grado, el cuerpo puede mantenerse dentro del grado en cuestión debido al resultado de la madurez ósea (103). La discrepancia entre los resultados de madurez de la carne magra y el hueso son posteriormente exagerados como incrementos de madurez esqueléticas (37).

Como el progreso de madurez fisiológica, el progreso de osificación a través de las vértebras, comienza en la región sacra y progresa hacia las regiones lumbares y torácicas de las vértebras (103). Una madurez muy avanzada de las vértebras puede mostrar signos de dureza, pudiendo estar exentos de color rojo y cartílagos en los extremos de las vértebras pudiendo estar enteramente osificadas. Una marca de interés particular en la evaluación de la madurez ósea es el cartílago fijado a la vértebra torácica en el extremo posterior del cuarto trasero. El tamaño y la forma de las costillas son también de interés. Los huesos pueden ser más anchos y más delgados en la madurez avanzada y en la mayoría de los animales pueden ser muy anchos y muy planos. Los huesos para las vaquillonas con los ovarios removidos fueron más pesados y más largos que los del SCH indicando que los altos niveles de estrógeno asociados con la preñez pueden limitar el crecimiento óseo (26).

Terneza

Martín y otros (52) reportaron los datos y revisaron posteriormente varios estudios que dieron una evidencia sobrecogedora de la reducción de la terneza con el avance de la edad, pudiendo ser detectados por WBS y el plano censor de sabor (93). Shorthose y Harris (90) concluyeron que en efecto la terneza se reduce con la edad, y está asociada con el incremento en la dureza del tejido conectivo. Berry y otros (9) encontraron que mientras comienza la osificación de los botones de cartílago los resultados de la madurez del esqueleto se mueven de A hacia E, en donde los panelistas sensoriales de sabor son capaces de detectar un incremento en la cantidad de tejido conectivo. El efecto de la edad en la terneza depende además del rango de edad del animal a estudiar así como también de los músculos estudiados (90,94).

McCormick (56) encontró que la fuerza de tensión del colágeno y la dureza de la carne están relacionados con el tipo y concentración del colágeno intervinculado. El ha encontrado un desplazamiento general y progresivo en el tipo de colágeno y en el incremento en la concentración del intervinculado de madurez en un animal avejentado fisiológicamente y cronológicamente; sin embargo, existe una pequeña variación en la concentración total de colágeno en el músculo esquelético con el crecimiento y el envejecimiento. Schnell y otros (84) reportaron que el tiempo en la alimentación con concentrados de alta energía mejora la terneza de la carne de las vacas de matadero. Ellos notaron que aunque la terneza se incrementó, el colágeno total no se redujo; en cambio, la terneza fue mejorada por un efecto de dilución resultante del incremento del músculo.

Marmolado

Cada grado de calidad USDA es dado de acuerdo con la cantidad de marmolado, firmeza de la carne magra, y los resultados de la madurez total. Los requerimientos para el marmolado dentro de un grado específico se incrementan progresivamente con el avance de la madurez fisiológica (con la excepción de A). El grado de calidad de elección es reservado para los cuerpos de madurez A y B. Sin embargo, sólo aquellas reses con una mínima cantidad de marmolado para A y un mínimo de Modesto para B son elegibles para la selección (103). Sin importar el grado de marmolado, la carne magra debe cumplir con un mínimo de requerimientos de firmeza para su madurez dentro de cada grado. La edad cronológica por debajo de los 25 meses da como resultado un incremento de la proporción de animales asignados como maduros (104).

El USDA (103) realizó un cambio en rol de madurez B que juega en los grados de calidad. El cambio fue designado para

///

reducir la variedad de las características de buen sabor en la carne detenidos en las reses de bajo grado de elección y está soportado por varios estudios (26,37,89). Por otra parte, las reses de madurez B con un grado menor que el grado Modesto de marmolado pueden ser graduadas como estándar; aquellas reses con menos graduación que Modesto de marmolado pueden recibir el grado de elección o mejor. La nueva graduación estándar puede incrementar el porcentaje de vaquillonas graduadas como estándar (75) a partir de estudios conducidos en el pasado sobre los estudios SCH. El grado estándar para una res está asociado a los descuentos y puede tener un mayor impacto económico en la ganancia de alimentación SCH (1,26,47,105).

Buen sabor

Smith y otros (93) se basaron en la clasificación USDA de cinco clasificaciones de madurez y concluyeron en que los resultados de madurez de los huesos de bife fueron efectivos para agrupar las cajas de acuerdo con la diferencia en sabor, terneza, y buen sabor total. Sin embargo, Hilton y otros (37) estuvieron en desacuerdo y sugirieron una agrupación de cinco clases de madurez tales como A y B para jóvenes y C, D y E para maduros.

La clasificación de las reses en base a jóvenes y maduras puede ser una metodología más efectiva y puede permitir una elección diferente para las asignaciones de grado (37). Berry y otros (9) reportaron evidencias que respaldaron la sugerencia, concluyeron que los churrascos con iguales resultados de madurez A y B no presentan diferencias en el buen sabor (jugo y sabor); sin embargo, únicamente Berry y otros (9) no encontraron diferencia en el WBS en los churrascos de los resultados de madurez A y B. Tatum y otros (99) reportaron datos similares a los estudios previos. Ellos también encontraron un buen sabor entre la madurez A y B que no difirió, pero la res de madurez C

tiene un menor resultado de buen sabor total que las reses de madurez A o B. Sin embargo, Smith y otros (93) reportaron que los churrascos de las reses de madurez A y B, dentro de resultados de marmolado iguales, fueron significativamente diferentes. La correlación entre las clasificaciones de madurez A y B no son claras y además las investigaciones de los estudios han provisto evidencia que se ha contribuido a la confusión de la discrepancia entre las clasificaciones y buen sabor de madurez A y B. Shackelford y otros (89) encontraron que la variación en la terneza dentro de la madurez A y B fue diez veces mayor que la variación entre las dos clasificaciones. Wheeler y otros (106) y Field y otros (26) reportaron resultados similares. Las modificaciones del USDA (103) han dirigido la discrepancia y por lo tanto la posición de la res dentro de un grupo de madurez que tiene muy poco efecto en el grado de calidad final de la res. Sin embargo, los resultados de madurez total de las reses A, B, C, etc., es un determinante principal del grado de calidad.

El incremento en la madurez de la res está asociado con una reducción en la terneza, jugo y con un incremento en la intensidad de sabor y del sin-sabor (37). Sin embargo, la posición dentro de un grupo de madurez tiene un efecto negligente sobre el buen sabor. De la misma manera, las características del panel de sabor de sensorial no se diferenciaron entre las reses de madurez A y B (99). El marmolado tiene un efecto opuesto a través de los resultados de madurez sobre la terneza, jugo, intensidad de sabor y sin-sabores (37). Los efectos combinados del marmolado y madurez, alcanzaron un 30 a 40% de la variación observada en la terneza, 26% de la variación en el jugo, y 15% de la variación de sabor (37).

Hormonas y cartílagos

La madurez de la res fue mayor para el SCH seguido por las vaquillonas vírgenes, y las más maduras fueron las

vaquillonas con ovarios removidos (26). El SCH maduró a una edad cronológica temprana.

Estos resultados indican que las hormonas asociadas con la reproducción, preñez y lactancia influyen en el desarrollo de la res. Varios estudios han demostrado que la preñez y lactancia aceleran el comienzo de la madurez fisiológica (10), (89,103,105) pero los mecanismos por los cuales estas etapas influyen en los cambios fisiológicos son pobremente entendidos. Muchas hormonas están involucradas en la maduración y mantenimiento de las etapas mencionadas, pero el estrógeno y la progesterona han recibido la mayor atención. El estrógeno inhibe la proliferación del cartílago, promueve la mineralización y acelera el proceso de osificación (91). Silbermann (91) declaró que la elevación de estrógenos, progesterona, y otras hormonas inducidas por preñez proveen algún nivel de protección contra la actividad anabólica de las células de cartílago joven. Esta conclusión se basó en un estudio en donde un ratón preñado joven fue tratado con un glucocorticoide. Sus placas epifiseales tienen menor cambio en su estructura total comparados con sus pares no preñados. Silbermann (91) además sugiere que el estrógeno tiene un efecto inhibidor en el crecimiento de un hueso largo, particularmente la placa de crecimiento epifisial. Los chanchitos de la India que han sufrido una ovariectomía demostraron placas de crecimiento más anchas, produciendo la mineralización y aletargando el cerramiento de la placa de crecimiento epifisial. De la misma manera, la administración de estrógenos a niveles más grandes que el producido fisiológicamente, inhibe la proliferación de las células de cartílago, incrementando la matriz de hialinización, mejorando la mineralización y la aceleración marcada de la osificación del cartílago. Todos estos cambios son signos de un proceso de aceleración del envejecimiento. Kreikemeir y Unruh (101) reportaron que las vaquillonas cosechadas durante su tercer trimestre de preñez tienen un mayor porcentaje de madurez B de

reses comparadas con las vaquillona no preñadas de la misma edad. Ho y otros (38) encontraron además que la madurez de los corderos de ovejas hembras expuestos al estrógeno endógeno eran fisiológicamente más viejos que los de ovejas castradas. Klindt y Crouse (46) reportaron que los novillos y las vaquillonas con los ovarios removidos tienen una carne magra más joven, resultados de madurez total y esquelética que las vaquillonas intactas o vaquillonas con menor función gonadal. Los huesos de las vaquillonas con los ovarios removidos fueron más pesados y más largos que el SCH, esto indica que los altos niveles de estrógeno asociados con la preñez pueden limitar el crecimiento óseo (26) por medio de la aceleración del cerramiento de la placa epifisial (48). Sin embargo, aunque Field y otros (27) reportaron que el estrógeno incrementó los resultados de la madurez de la res, el estrógeno no cambió la longitud del hueso o el tamaño de los castrados.

En los chanchillos de la India la progesterona tiene efectos similares a la ovariectomía; sin embargo, el tratamiento del ratón recién nacido con progesterona no dio como resultado cambios significativos en la incorporación de timidina dentro del cartílago condilar (91), ni siquiera el acetato de melangesterona progestina (MGA) mostró efecto alguno en la alteración en la calidad o composición de la res (101). No obstante, Silbermann (91) reportó que la progesterona mostró efectos dependientes de la concentración sobre la supresión de la síntesis del ADN en condrocitos *in vitro*. La inhibición a bajas concentraciones de progesterona fue menos efectiva que la alcanzada a una alta concentración de progesterona. Se ha encontrado además, que la progesterona en conjunto con el estrógeno es sinérgica en la supresión de la síntesis del ADN en condrocitos cultivados. Silbermann (91) explica además que el cartílago puede exhibir supresión del crecimiento inducido por progesterona en la presencia o como un resultado de la imprimación con estrógeno.

Raza

Field y otros (26) sugirieron que el tipo de raza puede afectar los resultados de la madurez de la res. Ellos declararon que Waggoner (105) encontró pocos (3 de 84) madurez C utilizando vaquillonas cruzadas con Simmental, en donde Field y otros (26) encontraron una mayoría de Angus x Gelbvieh SCH para que sean clasificados como C. Gelbvieh maduró sexualmente más temprano que el ganado de Simmental y por lo tanto puede tener mayores niveles de estrógeno endógeno por un período de tiempo más largo. Esto en cambio pudo haber sido el responsable de una mayor cantidad de deposiciones de calcio en los huesos. Similarmente, Ho y otros (38) encontraron interacciones de razas con ovejas. Por el contrario, Koch y otros (49) reportaron que existe muy poca diferencia entre razas de edades similares en los resultados de madurez de res. Además, la edad puede haber contribuido en el incremento de los resultados de madurez vistos en el estudio de Field y otros (26). El SCH estudiado por Field y otros (26) presentaba un rango de 31 a 35 meses de edad mientras que en el estudio de Waggoner el SCH promediaba en 30 meses de edad.

Características de la res del SCH

Los consumidores han expresado un interés creciente por la calidad de la carne, el buen sabor y la terniza (60). Por lo tanto, la industria del bife puede además optimizar el valor nutricional y la calidad del buen sabor del bife como comida, para ello debe ser más eficiente para el bife sea competitivo con otras fuentes de proteínas (22). Si el sistema es satisfacer al consumidor y ser económicamente viable es esencial que la carne de las vaquillona paridas sea de una calidad de consumo buena; debe ser tierna y tener un sabor deseable, (41).

Bailey y otros (5) encontraron que vaquillonas vírgenes alimentadas durante 4 meses promediaron un mayor porcentaje de relleno (DP) (63,7% comparado con 62,1%), porcentaje de riñón, pelvis, y grasa de corazón (KPH) (4,4% comparado con 3,8%), grado de res (11,4 comparado con 10,9), y un resultado de color de carne magra más oscuro que el SCH alimentado durante 6 meses comenzando aproximadamente en el segundo mes post-parto. El SCH produjo un mayor porcentaje de churrasco, carne para asar y hueso, y tuvo un mayor espesor de grasa. El área de *longissimus* (88 cm.), el marmolado (63) y el valor de la fuerza de corte no difirieron entre los pares de grupos. Dos de los SCH recibieron los resultados de madurez USDA de A mientras que las otras vaquillonas recibieron resultados de madurez de res B.

Roux y otros (78) compararon el SCH parido tempranamente con las vaquillonas vírgenes cosechadas a los 23,6 meses de edad. Encontraron que las vaquillonas vírgenes tenían un porcentaje de relleno numéricamente mayor (54% y 53%, SCH y vaquillonas vírgenes respectivamente) y un 31% más de hueso que el SCH. Sin embargo, el porcentaje de carne y grasa no difirió.

Waggoner y otros (105) compararon las características de las vaquillonas vírgenes de Simmental cruza Hereford con el SCH. Ambos grupos fueron alimentados con una alimentación concentrada durante 137 días, el SCH comenzó la primer semana de post-parto y fue cosechado a los 30 meses de edad. Las características de las reses del SCH fueron típicas de las vaquillonas de la alimentación de mercado con la excepción de los resultados de madurez fisiológica. Una única vaquillona de ternero fue más madura que las vaquillonas vírgenes de 1 y 2 años de edad. Los resultados de madurez total de la res del SCH fue B (105 "3.0), el resultado de la madurez ósea de B (116 "3.6), y el resultado de madurez de la carne magra de A (80 "3.2); 3 de 84 reses recibieron resultados de madurez c. La paridad no afectó sin embargo la firmeza de la carne magra, las vaquillonas vírgenes de

1 año de edad tuvieron un color de carne magra más claro seguidas por las de 30 meses de edad del SCH y las vaquillonas vírgenes de 2 años de edad. Ellos también reportaron que el grado de calidad no difiere entre los grupos y los resultados de marmolado fueron Modesto (500 $\pm$ 7.6) para el SCH. Waggoner y otros (105), Joseph y Crowley (42), y Bond y otros (10) reportaron que el jugo y el sabor no fue afectado por la paridad ni tampoco lo fue la terneza del panel sensorial. Waggoner y otros (105) reportaron que los panelistas sensoriales encontraron tejido conectivo detectable, miofibrilar y terneza total mayor para las vaquillonas vírgenes de 1 año que para el SCH o las vaquillonas vírgenes de 2 años de edad. Los valores WBS fueron mayores para el SCH que para las vaquillonas vírgenes. Por lo tanto, la parición ha tenido un efecto negativo en la terneza. La edad incrementó el tejido conectivo detectable por el panel sensorial y el efecto combinado de la edad y la parición redujo la terneza en las vaquillonas vírgenes de 1 año. Sin embargo, la terneza y la característica del buen sabor no difirieron entre las vaquillonas vírgenes de 2 años de edad y el SCH. Por lo tanto, concluyeron que el sistema SCH dio como resultado el buen sabor de la carne comparable con las vaquillonas vírgenes de una edad similar determinado por los panelistas sensoriales.

Vincent y otros (104) compararon las vaquillonas vírgenes con respecto al SCH que ha sido amamantado por 3, 5 o 7 meses. Han encontrado que el SCH produce mayores reses con un mayor marmolado que las vaquillonas vírgenes. Sin embargo, no existe diferencia en el porcentaje de carne magra luego de que es ajustado a un espesor de grasa constante. El color de la carne magra de la res SCH fue más oscuro que la de las reses de vaquillonas vírgenes. El SCH no difiere en los rangos de los paneles sensoriales excepto para el SCH más viejo (33 meses de edad), el cual ha tenido una mayor cantidad de tejido conectivo.

Hermesmeier y otros (35) estudiaron los efectos de la lactancia y preñez en las características de las reses de 30 meses de edad del SCH. La lactancia del SCH tuvo un mayor peso escurrido y mayor porcentaje de KPH. Sin embargo, las vaquillonas abiertas no lactantes tuvieron un 11% más de marmolado y grados de producción (3,77 y 3,03, de no lactantes y lactantes respectivamente). La madurez ósea para las vaquillonas lactantes recibieron un registro de madurez de res de B²⁰ tal como fueron para los SCH abiertos no lactantes. Se otorgaron los resultados de madurez de la carne magra de A⁹⁰ y B¹⁰ para los no lactantes abiertos y lactantes SCH respectivamente. Los resultados de madurez total de reses fueron recibidos por medio del SCH lactante el cual fue B²⁰ y A⁹⁰. El marmolado pequeño⁵⁰ y el marmolado Modesto⁴⁰ fueron recibidos por los lactantes y los no lactantes abiertos SCH respectivamente. El lactante SCH ha tenido resultados de terneza del panel de pruebas menores aunque los valores WBS fueron similares entre los grupos. En un segundo experimento, Hermemeyer y otros (36) compararon los SCH los cuales han sido tempranamente destetados (64 y 89 de post-parto) los terneros de lactancia SCH los cuales han tenido los terneros amamantando hasta inmediatamente antes de su matanza. El hueso (B⁵⁰ y B²⁰), carne magra (B⁴⁰ y B⁰) y los resultados de madurez total (B⁴⁰ y B¹⁰) no difirieron en la clasificación de madurez de res entre la lactancia y el SCH tempranamente destetado. El marmolado (pequeño¹⁰ y pequeño²⁰) y YG (2.45 y 2.89) además no difieren entre el SCH del lactante y el tempranamente destetado.

Joseph y Crowley (42) finalizaron con las vaquillonas vírgenes de raza cruzada Hereford y SCH en la pastura. El SCH fue secado a 2, 42 o 70 días de post-parto y cosechado a 27-30 meses de edad. Reportaron que las vaquillonas de ternero parecen ser aceptables a los panelistas sensoriales como las vaquillonas vírgenes y ambas son casi aceptables como los novillos. No existió diferencia significativa en la terneza, o jugo, o sabor

entre las vaquillonas vírgenes y las vaquillonas SCH. Han encontrado además que la carne de novillo no fue preferida sobre la carne de vaquillona excepto en su terneza y sabor. Sin embargo, atribuyéndolo a la diferencia en el añejamiento post-mortem, ya que los novillos fueron añejados y las vaquillonas no.

Reiling y otros (74) finalizaron el SCH en un concentrado de 85%. Las vaquillonas lactantes fueron secadas luego de 117 días de post-parto y cosechadas a un punto final constante de grasa posterior o grasa de lomo (1,1 cm.) a aproximadamente 30 meses de edad. El porcentaje de relleno fue del 58% para el SCH. El DP bajo puede ser un resultado de la masa visceral incrementada asociada con la preñez y lactancia y puede explicar el DP bajo común encontrado por otros investigadores. Los resultados de madurez ósea y de carne magra promedian A^{90} y A^{70} , respectivamente, con una madurez total de A^{80} ; 1 de 51 reses recibieron una madurez de C. Los resultados de marmolado promediaron un pequeño⁸⁰. En el siguiente estudio realizado por Reiling y otros (75) se encontró dos grupos de SCH de 32 meses de edad con terneros destetados tempranamente (111 días de edad) que presentaron porcentajes de relleno de 56% y 57%, con resultados de madurez total y carne magra y hueso de B^{40} y B^{30} , B^{20} y B^{10} , y B^{40} y B^{30} . Los resultados de marmolado del SCH fueron pequeños¹⁵ y pequeños²⁰ y YG 2.27. Ellos además reportaron 10 a 45 reses que recibieron resultados de madurez de res de C. En el siguiente experimento con dos grupos de SCH de 32 meses de edad con terneros destetados normalmente (210 días de edad), los resultados de madurez total, carne magra y hueso fueron A^{90} y B^{10} , A^{90} y B^0 , y A^{90} y B^{10} . Los resultados de marmolado del SCH fueron pequeños⁵⁰ con YG 2,47 y 2,61.

Bond y otros (10) finalizó el SCH en un 70:30 concentrado:dieta de forraje para 7, 21, 42 días de post-parto. Hallaron un DP a 58,6% comparado con el 61% de vaquillonas vírgenes de la misma edad. El SCH ha tenido un área de ojo de

170

costilla menor (60,4 comparado con un 67,0) y un USDA YG menor (3,2 comparado con 3,4) que las vaquillonas abiertas. Sin embargo, se ha reportado que no existió diferencia en el color de la carne magra, textura, firmeza o marmolado (63). Además no se han encontrado diferencias entre los grupos en la madurez de res total, el hueso y la carne magra (B).

Hermesmeyer y otros (36) reportaron que el 74% del SCH recibió la elección USDA, YG 3. De la misma manera, Reiling y otros (75) reportaron que aproximadamente el 50% del SCH pudo haber recibido la elección USDA bajo los estándares anteriores del USDA (102). Sin embargo, bajo los actuales estándares del USDA (103) el porcentaje de las vaquillonas que pudieron haber recibido el mismo grado se redujo a alrededor del 40%. De la misma manera, aunque varios estudios previos revisaron el informe a un alto porcentaje de reses de elección, una gran mayoría de los estudios hoy en día pueden recibir un grado de estándar, tal como la mayoría de los estudios han tenido un marmolado por debajo del estándar actual de Modesto requerido para recibir un grado de calidad de elección si la res falla bajo la madurez B.

Resumen de las características de la res SCH

El sistema de vaquilla-ternero único tiene el potencial para proveer productos de carne aceptables en el buen sabor luego de producir un ternero y cosecharlo a los 30 meses de edad (10,26,42,89,104,105). Sin embargo, el rendimiento de la res SCH es variable y dependiente del manejo. Un factor clave para las reses de alta calidad para el SCH es finalizar el mismo con una dieta altamente concentrada por una cantidad adecuada de tiempo para acumular un marmolado Modesto, particularmente cuando la mayoría de las reses SCH reciben una madurez B.

Pubertad

La pubertad está definida como el tiempo en el cual el animal comienza a ser capaz de reproducirse (59). La pubertad es alcanzada a una edad fisiológica en vez de a una edad cronológica (59). La maduración dentro de este estado incorpora interacciones complejas entre las funciones endócrina, medioambiente, medioambiente social, raza, nutrición y peso para llevar al desarrollo del tracto reproductivo y a la función reproductiva. Entre las vaquillonas existe una variación tremenda en la edad del comienzo de la pubertad debido a que contribuyen varios factores. Aunque la mayoría de los bifes de vaquillona de reemplazo cumplen un ciclo de aproximadamente 1 año de edad (4), la edad varía de 6 meses a más de 24 meses para los bifes de vaquillona (44). La función endócrina y los cambios conducidos por la maduración, el comienzan con la sustentabilidad del ciclo del estro. La maduración sexual está regulada por los cambios en el eje de pituitario-hipotálamo. En la vaquillona pre-púber, el estradiol retoralimenta negativamente al hipotálamo para inhibir la liberación de la gonadotrofina de la pituitaria anterior. Mientras que la vaquillona progresa hacia la pubertad, el eje pituitario hipotálamo pierde su sensibilidad al efecto de retroalimentación negativa del estradiol permitiendo que surja una hormona luteinizante (LH) (44.59).

Gonadotrofinas y estradiol

Kinder y otros (44,45) explicaron que el proceso de maduración es gradual, y en efecto, algunos componentes endócrinos funcionan mucho antes del comienzo de la pubertad. Por ejemplo, la gonadotrofina de la pituitaria responde a la secreción hipotalámica y los ovarios responden a las gonadotrofinas exógenas. Sin embargo, varios componentes son inhibidos de su función en un modo adulto hasta que la pubertad es iniciada. Por ejemplo, aunque el ovario tenga la habilidad de

responder a la gonadotropina, puede no funcionar de la manera adulta debido a que carece del patrón correcto de estimulación de gonadotropina para permitir la ovulación. La falta de estimulación de los ovarios previo a la pubertad limita la producción de estradiol y progesterona y además limita el desarrollo uterino. La teoría más ampliamente aceptada de maduración sexual es la hipótesis gonadostat, en la cual existe un cambio en la sensibilidad al estradiol, debido a una disminución en la cantidad de receptores de estradiol en el hipotálamo medio basal. Kinder y otros (44,45) explican además que la liberación del GnRH pre-pubertal es más sensible a la retroalimentación negativa del estradiol que la post-pubertal, que corresponde a la concentración de receptores de estradiol. Mientras que el número de receptores se reduce, los pulsos GnRH incrementan y mejoran la liberación de los pulsos LH resultando en la maduración final del folículo pre ovulatorio en respuesta a la retroalimentación del estradiol que varía de negativo a positivo. La frecuencia incrementada de los pulsos LH es la fuerza que dirige el comienzo de la pubertad, los pulsos de la hormona lutenizante (LH) suceden a una frecuencia de 1 a 4 pulsos cada 24 horas hasta 50 días previo a la pubertad. En la pubertad, la frecuencia se incrementa a 1 pulso cada hora. En este punto, la concentración de LH conduce el crecimiento folicular del ovario a hasta alcanzar la etapa preovulatoria. Kinder y otros (44) revieron estudios de Bergfeld y otros (8) en los cuales los folículos dominantes del ovario se incrementan en tamaño durante el tiempo correspondiente al incremento del pulso LH. Por lo tanto, los pulsos LH sugeridos pueden estimular el desarrollo de folículos ovarios dominantes más grandes en los estadios tardíos de la peri-pubertad comparados con los estadios tempranos de la vida. Las frecuencias de liberación del LH hace que los folículos ganen la habilidad para desarrollar estadios más avanzadas de crecimiento. Eventualmente existe una LH suficiente para inducir

la luteinización de las células de la granulos y tecaes de los folículos grandes de los ovarios. La luteinización de la primer ovulación genera un incremento transitorio de la progesterona en circulación; sin embargo, esto es por un período de tiempo más corto que en las fases luteales normales. Se secretan grandes cantidades de estradiol mientras que se desarrollan los folículos dominantes. Los folículos además ganan la habilidad para producir suficiente estradiol, el cual en combinación con la progesterona estimula el crecimiento y el desarrollo del útero. Kinder y otros (44) explicaron que la administración de LH en una manera de pulso estimula el desarrollo folicular del ovario al punto en el cual se secretan cantidades suficientes de estradiol para inducir la ovulación. La retroalimentación positiva del estradiol en el eje pituitaria- hipotálamo en conjunto con niveles adecuados e incrementados de estradiol derivaron desde los folículos dominantes durante la fase folicular es pensado para inducir el surgimiento pre-ovulatorio de LH y FSH, y de esta manera la ovulación.

Progesterona

Se piensa que la progesterona imprima al sistema reproductivo sensibilizando los ovarios a la LH y por lo tanto permitiendo que estos tomen una mejor ventaja de la onda ovulatoria, asegurando que la subsecuente onda de LH conduzca a una ovulación seguida de una fase luteal normal (59). Aunque el estradiol hace que se libere LH en las vaquillonas pre-púberes, no sucede la ovulación hasta que son pre-tratadas con progesterona (7). Las vaquillonas que exhiben altos niveles en circulación de progesterona previo al primer estro tienen además una mayor incidencia de CL funcional que sigue al estro (80). Aun se piensa que la importancia de la progesterona está en establecer bien la imprimación, el mecanismo de acción por el

cual la imprimación afecta la función CL no está bien establecido (59). Se ha notado que el tratamiento exógeno con progestina induce la pubertad por medio de la aceleración de la cascada normal de eventos endocrinos y ováricos responsables de la pubertad natural (33). Sin embargo, la edad en la cual las progestinas son administradas influye en la eficacia de la inducción de pubertad de la progestina en las vaquillonas (33-51). Kinder y otros (44) estimaron que el tratamiento de progesterona mejoraba la liberación de los pulsos de LH y estimulaba el desarrollo de los folículos dominantes a un mayor grado que aquel de las vaquillonas pre-púberes sin tratamiento. Esta respuesta amplifica la producción de estradiol luego de que el tratamiento de progesterona cesa y puede en cambio inducir las ondas pre-ovulatorias de gonadotropina seguido por la ovulación pubertal. El acetato de melangesterona (MGA) es un producto de progestina común utilizado para la sincronización de los estros y podría además tener el beneficio agregado de la inducción de la pubertad.

Temporada

La temporada del año tiene un efecto en la pubertad, probablemente para influir a que las vaquillonas alumbren durante un momento benéfico del año, por ejemplo durante la primavera o verano (59). Roy y otros (79) encontraron que los terneros nacidos durante los días de longitud incrementada mostraban estros dos semanas antes que aquellos nacidos en días más cortos. La crianza temprana del ganado vacuno para alumbrar a los 18 meses de edad es factible para las vaquillonas nacidas durante los días más largos con una producción aceptable de leche, pero un intenso manejo es requerido (79). Sin embargo, la crianza temprana del ganado lechero para que alumbre a los 18 meses de edad no es factible para las vaquillonas nacidas durante los días

más cortos a no ser que las hembras sean alimentadas a un mayor peso al momento de parir (79). Roy y otros (79) encontraron además que las altas temperaturas inician la pubertad levemente en el ganado europeo y a una mayor extensión en el ganado de cebú. Se sugiere que la melatonina es un factor en la transducción del estímulo lumínico dentro de las señales neuroendócrinas que influyen en la secreción de la LH (83).

Emisión de feromonas

Kinder y otros (44) reportaron que la presencia de toros con las vaquillonas pre-púberes daba como resultado una secreción mejorada de los pulsos de LH y aceleraba el inicio de la pubertad. Se especula que los toros emiten señales de feromonas que son recibidas por parte de las vaquillonas y transmitidas a través de las neuronas hacia el generador del pulso hipotalámico que controla la liberación de GnRH y de esta manera los pulsos de LH. La presencia de vacas androgenizadas tiene un efecto similar en las vaquillonas pre-púberes al de la presencia de los toros (15).

Nutrición

Randel (73) resumió varios estudios y encontró dietas que producen alto propianato en el rúmen conduciendo a una pubertad de peso más liviano. Similarmente, Moseley y otros (62) y Purvis y Whittier (72) encontraron que las dietas que contienen ionóforos reducen la edad de la pubertad, sin relacionar al ADG o al BW. El mecanismo de esto todavía no se entiende completamente. Los pesos de las vaquillonas tienden a tener un mayor impacto sobre la pubertad que en la edad de la pubertad (4,78,79).

Las vaquillonas con una dieta de baja energía alcanzan la pubertad a una edad más tardía y tienen una progesterona sérica

menor que las vaquillonas que son alimentadas con dietas de alta energía (29). De la misma manera, Roux y otros (78) reportaron que un alto plano de nutrición no sólo induce tempranamente el inicio de la pubertad y una velocidad de reproducción más exitosa sobre el calor inducido y mayores éxitos en la velocidad de reproducción total que las vaquillonas con un bajo plano de nutrición, contado para un porcentaje incrementado de vaquillonas con ciclos regulares de estros. El estado nutricional afecta el tiempo en el incremento de los pulsos de LH y puede involucrar al sistema de generación de pulsos de LH en el hipotálamo a través de un mecanismo desconocido (83). Kinder y otros (44) declararon que los cambios en la masa del cuerpo o la gordura afecta de alguna manera los pulsos de LH. Las vaquillonas pre-púberes alimentadas con una cantidad limitada de energía tienen una supresión prolongada de estradiol y de liberación de pulsos de LH comparadas con aquellas alimentadas a una dieta de alta energía. Las dietas de alta energía se han ideado para dar como resultado folículos dominantes más grandes y más tempranos en el ciclo de vida. Aunque el plano de nutrición está inversamente relacionado con la edad de la pubertad, el patrón de ganancia no tiene efecto en la edad de la pubertad (23) mientras que las vaquillonas alcancen aproximadamente el 60-65% de peso cuerpo maduro (51) previo al cruzamiento.

Genéticas

La variación genética juega un rol en el inicio de la pubertad. Brahman engendró vaquillonas que alcanzaron la pubertad a una edad posterior y un peso mayor que las vaquillonas criadas por British (31). Sin embargo, cuando se compararon las razas de Angus, Hereford, Red Poll y Brown Swiss; el peso en la pubertad fue similar (276kg. a 300kg.) pero la edad de la pubertad fue diferente (Brown Swiss 322 días, Red Poll 352 días, Angus 353

días, Hereford 376 días). Ferrel (24) reportó resultados similares para el peso en la pubertad pero encontró que la edad en la pubertad es mayor que la que Gregory y otros (31) reportaron. Martín y otros (53) resumieron que las razas que más rápido adquieren un tamaño de maduración más grande alcanzan la pubertad a una edad posterior que las razas que adquieren un tamaño de maduración menor en mayor tiempo. Ellos también declararon que las razas seleccionadas para la producción de leche alcanzan la pubertad a edades más tempranas que aquellas que presentan habilidades inferiores para producir leche. La raza y la heterosis influyen en la circunferencia escrotal de los machos y en la edad de la pubertad en las hembras. La circunferencia escrotal está inversamente relacionada a la edad de la pubertad (62).

Destete temprano

El destete temprano ha recibido una gran cantidad de atención como una herramienta para reducir los costos de alimentación de las vacas, particularmente en respuesta a la reducción de suministro de forraje y/o la sequía. Dado que los costos de alimentación pueden tomarse en cuenta hasta el 70% del costo de operación en la producción de bifes (70), este representa una mayor oportunidad para reducir los costos. En el verano tardío y el otoño temprano cuando las madres tienen un alto requerimiento metabólico coincide con la reducción en la calidad del forraje. Como resultado, sufren valores de las condiciones corporales de las vacas y la producción de la leche (28,85). En este punto el crecimiento potencial del ternero para los terneros nacidos en primavera es mayor, pero a los 10 días de edad, el promedio de la ganancia de terneros es limitada por la cantidad de proteína y energía suministrada por la leche de la madre, la cual a su vez es suministrada por y limitada por el forraje. Fluharty y otros (28) escribió: "Es más eficiente

alimentar el potrillo para obtener una ganancia que el alimentar la vaca con deseos de incrementar la producción de leche". Por medio del destete temprano de los terneros, las madres tienen la habilidad de incrementar el BCS previo al invierno y reducir el costo de alimentación sin efectos contraproducentes en el rendimiento del ternero.

Rendimiento del ternero

Peterson y otros (70) encontraron que las vacas con terneros destetados tempranamente consumen 45,3% menos de heno (base TDN) de lo que consumen las vacas con terneros destetados tradicionalmente. El reportó que los terneros destetados tempranamente ganaron más peso que los terneros destetados tradicionalmente desde el tiempo del destete temprano al destete tradicional, y fueron más pesados en el momento del destete tradicional que los terneros destetados tradicionalmente. Por lo tanto, los pares destetados tempranamente fueron 43% más eficientes en la conversión de TDN en ganancia en peso de ternero. Fluharty y otros (28) encontraron que los terneros destetados tempranamente tienen mayores pesos, mayores eficiencias y mejores porcentajes de relleno que los terneros destetados tradicionalmente. El ternero destetado tempranamente exhibe una mayor grasa posterior, mejores grados de calidad, y mejores grados de producción que no fueron afectados. Myers y otros (64,65,66) informaron que los terneros destetados tempranamente tienen ganancias totales mejoradas, reduciendo la toma diaria y tienen una mayor eficiencia. Myers y otros (64,65,66) encontraron que los terneros destetados tempranamente eran más jóvenes al momento de su recolección y demostraron grados de calidad mejorada. El destete temprano incrementa además el rango de condición corporal de la vaca y subsecuentemente incrementa el rango de preñez de la madre en un 12%. Schoonmaker

y otros (85) estudiaron la producción en el destete temprano, y encontraron nuevamente que los terneros destetados tempranamente son más eficientes en la conversión del alimento así como también es mayor la ganancia total desde el nacimiento hasta su recolección.

Nutrición post-destete

El destete temprano ha probado ser una herramienta para incrementar la madre BCS sin los efectos contraproducentes en los terneros. Sin embargo, el destete temprano además incrementa la concentración de alimento total de los terneros desde el momento del destete a la recolección cuando están ubicados directamente dentro de un comedero luego del destete (64,85,97), mientras que la dieta suministrada es típicamente desde 70 a 100% de concentrado y de 12 a 16% de CP (28,64,65,66,85). La dieta de alto concentrado puede incrementar el costo del alimento si el costo de los ingredientes es alto. Myers y otros (65) evaluaron además el rendimiento de los terneros destetados tempranamente manejados para un período de crecimiento de pastura previo a la dieta de finalización. Los terneros de destete temprano que pastorean el endofito de lastón; el concentrado total de los terneros no fue afectado por el tratamiento de crecimiento. Sin embargo, el período de crecimiento concentrado da como resultado en terneros que tienen una mayor ganancia de peso, mejor eficiencia de la alimentación, en donde son más jóvenes de recolectar y tienen un mayor porcentaje de reses que reciben el grado de elección de la USDA. Richardson y otros (95) y Grimes y Turner (32) encontraron además que las vaquillonas destetadas tempranamente sometidas a dietas de alta calidad dan como resultado mayores promedios de ganancia en peso que los contemporáneos que se quedan con sus madres. Esta dieta de alta calidad no afecta el rendimiento reproductivo a largo término. La

elección de la dieta más apropiada para el destete temprano debe basarse en los costos de alimentación del productor de terneros y en el criterio de mercadeo (28).

Consideraciones económicas

La adopción de un esquema en un sistema de producción raramente ocurre sin implicancias económicas. Los objetivos de sistemas de ternero-vaca deben ser para producir económicamente terneros que desteten a pesos relativamente altos, que sean de tamaño adecuado, musculación y grasa en donde los terneros de mercadeo en el destete o en el desarrollo de los terneros como vaquillonas de reemplazo (4).

Story y otros (97) condujeron una investigación sobre la edad de los terneros al destete de vacas de alumbramiento en primavera. Ellos evaluaron tres edades, destete temprano a los 150 días de edad, destete tradicional a los 210 días de edad y destetes tardíos a los 270 días de edad. Las madres BCS incrementaban el momento de destete tardío mientras que reducían la edad del destete. Los promedios de preñez se afectaron en todas las madres que fueron manejadas para que fueran BCS 5 en la crianza. La ganancia diaria promedio en el comedero se incrementó con un destete de fecha posterior sin embargo, el peso de la res fue mayor para los terneros de destete temprano, seguido por los terneros de destete tradicional y por último los terneros de destete tardío. La calidad de las reses no se vio afectada por la edad del destete. El ingreso neto por ternero en recolección fue mayor por cada destete temprano que en el destete tradicional y que en los terneros de destete tardío. El desarrollo de las vaquillonas fue más costoso en el grupo del destete temprano debido al costo adicional de la alimentación concentrada. Los costos anuales de las vacas se reducen mientras que la edad de destete se reduce. Sin embargo, el destete tradicional y el

destete tardío tienen menos costos parejos que el destete temprano. Story y otros (97) declararon que si los terneros hubiesen sido vendidos en el destete, la ganancia potencial podría ser mayor para los destetes tardíos seguidos por el destete tradicional y luego por el destete temprano. Esto puede ser explicado por el hecho que la mayoría de los costos de las vacas es contraído en el momento en el que el ternero es de 150 días de edad. Además, si el ternero es vendido en el destete, los terneros de destete temprano pueden recibir menos dinero total debido a que el peso del ternero es menor que LW. Ellos apuntan además que incluso el precio/unidad de peso es generalmente mayor para los terneros de peso liviano, el dinero generado no desplaza los costos de la vaca. Esto implica que el ternero de destete temprano debe ser retenido luego del destete para incrementar la ganancia potencial. Story y otros (97) aconsejan que previo a adoptar cualquier esquema de producción, el productor debe darse cuenta que la edad del ternero en el destete hace que los costos se desplacen desde una empresa en operación hacia otra. El destete temprano afecta las ganancias a través de los costos de alimentación, el mercadeo de las vacas de matadero, los costos de desarrollo de vaquillonas, y el momento en años en son comprados en el comedero y finalizados.

Crianza temprana

Taylor y otros (100) declararon que los sistemas SCH se vuelven menos atractivos cuando la madurez en la recolección es incrementada. Además, divulgaron la idea que el sistema SCH puede ser más eficiente disminuyendo la edad en la cual la madre tiene su primer ternero, si no existieran reducciones asociadas con el promedio reproductivo debido a la distocia. Varios proyectos de investigación han analizado los sistemas de vaquillona-ternero único dedicados al alumbramiento a los 24 meses de edad y

recolectados a los 30 meses de edad (5,13,14,18,34,35,36,42,43,71,74,75,76,104). Roux y otros (78) es uno de los pocos estudios que han puesto la atención al alumbramiento a la edad temprana de los 19 meses y a la recolección a los 24 meses. Este sistema SCH acelerado provee la evidencia que puede realizarse la crianza temprana desde los 9 meses de edad y más. El esquema de producción tradicional del destete al año de este sistema acelerado puede dar como resultado un incremento en la cantidad de terneros para mercadeo y mejorar las características de la res en las vaquillonas paridas comparadas con el sistema SCH de producción de 30 meses. Sin embargo, Roux y otros (78) explicaron que el alumbramiento muy temprano desde 9 meses de edad y más puede estar limitado por el inicio de la pubertad.

El alumbramiento temprano ha tomado un nuevo significado desde 1973 cuando la Comisión de las Comunidades Europeas consideró como crecimiento temprano los 9 a 10 meses de edad para las lecheras y los 12 a 14 meses de edad para las razas para carnes o de propósito doble. Sin embargo, hoy en día, las preocupaciones para el alumbramiento temprano son las mismas que fueron en aquel momento: distocia incrementada, requerimientos de alimentación incrementados, trabajo intensivo, habilidad para alcanzar la pubertad, el ajuste de las temporadas de alumbramiento del ganado y la estabilidad financiera (5,11,13,30,40,55).

Semen seleccionado por sexo

Varios estudios previamente discutidos han evaluado el sistema de producción SCH. Varios estudios expresan la preocupación sobre la distocia en vaquillonas jóvenes tales como hembras pequeñas y más jóvenes que tienen una mayor incidencia de distocia que las hembras más adultas (50). Sin embargo, las vacas

que producen la progenie hembra tienen menor incidencia y severidad de distocia (6) incrementando la supervivencia del ternero (61). Por lo tanto, Hohenboken y otros (39) concluyeron que el apareamiento de vacas jóvenes con semen seleccionado por sexo para producir una progenie de hembras puede reducir las dificultades del alumbramiento e incrementar la supervivencia del ternero.

Aplicación en un sistema SCH

Tal como fue mencionado anteriormente, la adopción de un esquema de sistema de producción raramente sucede sin implicancias económicas. Taylor y otros (100) nos recuerdan que el incremento en la eficiencia económica no puede ser mantenido a no ser que esté basado en una eficiencia biológica. La eficiencia máxima de utilización de alimento se reduce como la cantidad de alumbramientos por madres se incrementa debido al elevado costo materno (100). Sin embargo, la eficiencia biológica para un sistema de producción tradicional puede incrementarse mientras que el número de alumbramientos por vacas se incrementa (100). Por lo tanto, a más joven el ganado vacuno, mayor la proporción del alimento total utilizado para la producción de peso y menor la cantidad de alimento utilizado para el mantenimiento, la lactancia, la gestación y BCS. Taylor (100) por lo tanto elabora la hipótesis del incremento en la eficiencia biológica para los sistemas de sexo controlado, cuando la totalidad o casi todas las madres son recolectadas luego de producir un ternero hembra. Más aún, Taylor (100) discute la probabilidad que si el SCH puede producir únicamente terneros hembras, entonces sólo un alumbramiento por hembra puede ser necesario y la madre puede ser recolectada a una edad lo suficientemente joven para obtener la aceptación del consumidor sin los descuentos de madurez, creando un sistema de auto-perpetuación. Hohenboken y otros (39)

sugieren que con un sistema de crianza de vaquillona de sexo único (SSBH) en el cual el SCH es vendido para recolectarse prontamente después del destete su hija de reemplazo, puede en efecto alcanzar una mayor eficiencia biológica. Taylor y otros (100) sugieren además que la eficiencia biológica en la producción de bifes puede incrementarse si las madres fueron recolectadas tan pronto producen su vaquillona de reemplazo. Bourdon y Brinks (12) comparan y contrastan el sistema SSBH contra un sistema tradicional por simulación utilizando dos esquemas diferentes. En una simulación, las madres del SSBH fueron vendidas inmediatamente luego del destete de los terneros sin la alimentación adicional. Este sistema produjo un 11% más peso libre de grasa por unidad de alimentación (mayor eficiencia biológica) que el sistema tradicional, pero por otra parte fue menos redituable. El segundo esquema permitió a las madres ser alimentadas durante el período posterior al destete, y previo a su recolección para incrementar el valor de la res. Este esquema fue biológicamente menos eficiente pero fue más eficiente económicamente.

Taylor y otros (47) concluyeron que el sistema SSBH puede tender a ser un sistema de alta ganancia y alto riesgo en la ausencia de un semen completamente seleccionado por sexo. Taylor y otros (100) además destacaron que el SSBH puede resultar en un sistema de producción de bife mantenido con tecnología altamente artificial que puede ser totalmente ineficiente en términos de estado biológico natural. En efecto, el sistema SSBH es potencialmente complicado y requiere de un manejo intenso. Sin embargo, la devolución económica puede hacer atractivo al sistema.

Tecnología

El semen seleccionado por sexo es una nueva tecnología que permite la producción de descendientes de un sexo deseado a partir de una reproducción particular (39). Esta tecnología ha sido probada exitosamente en vaquillonas de 1 año vírgenes (86,87). La clasificación de esperma de acuerdo con el sexo es realizada por la citometría de flujo, clasificación de célula por el contenido de ADN del esperma; el esperma con el cromosoma X que tiene un 3,8% más ADN que el esperma con cromosoma Y (86). El proceso es realizado a través de la citometría de flujo tal como está descrito por Shenck y otros (82). Seidel y otros (86) explican que esta tecnología tiene una precisión del 90% para alcanzar el sexo deseado. Además, los promedios de preñez en respuesta a la baja dosis de semen seleccionado por sexo se encuentra dentro del 70 a 90% del semen de dosis normal sin seleccionar por sexo. La selección del toro es importante en la utilización de la tecnología de semen seleccionado por sexo. Doyle y otros (23) reportaron que la fertilidad del esperma era dependiente del toro y que puede requerir la selección de toros cuyo esperma tolera la tensión de los procesos de clasificación. La población de vacas, los procedimientos de clasificación, el manejo del procesamiento del semen, la cantidad de esperma por dosis de inseminación, y las técnicas de inseminación afectan la fertilidad del esperma (86).

Consideraciones económicas

El costo de la clasificación y empaquetado de los espermatozoides seleccionados por sexo no ha sido todavía establecido para el mercadeo, en los Estados Unidos, para su uso en la producción de carnes. Se ha estimado que el costo de esperma clasificado puede ser de \$30 a \$40 para una dosis baja ($< 10 \times 10^6$ de esperma), cánulas AI (2). Sin embargo, Amann (2) duda de la aplicación del semen seleccionado por sexo para la

configuración del bife como para la mayoría de las ventas en agricultura, el costo del valor agregado debe ser menor que el 50% del beneficio. El sugiere que un precio más adecuado para el uso en agricultura debe ser \$12 por cánula. En contraste con lo mencionado anteriormente, varias dosis de semen sin seleccionar por sexo o sin clasificar por sexo se venden desde los \$15 y más. Además, Taylor y otros (100) declararon que el sistema SSBH puede todavía ser más eficiente que un sistema tradicional incluso cuando los costos de crianza son cinco veces mayores. Si fuesen posibles los múltiples nacimientos, los costos de crianza pueden ser 10 a 15 veces mayores que aquellos de un sistema de producción tradicional.

Estrategias para el SCH

La eficiencia biológica para un sistema de producción tradicional puede incrementarse mientras que el número de terneros por vaca se incrementa (100). Por lo tanto, a más joven el ganado vacuno, mayor la proporción del alimento total utilizado para la producción de peso y menor la cantidad de alimento utilizado para el mantenimiento, lactancia, gestación y resultado de la condición corporal. Los sistemas ternero-vaquilla único tienen mayor eficiencia biológica que los sistemas tradicionales (18,74,100). Sin embargo, la eficiencia biológica y la eficiencia económica no son equivalentes y uno no puede asumir al otro (12,61). Los cambios en el valor del dólar para la salida alteran la relación entre la eficiencia biológica y la eficiencia económica y cambian el costo del dólar de ingreso (61). Bourdon y Brinks (12) declaran que la eficiencia económica (el costo para producir 100kg. de producto) se incrementa cuando las vacas jóvenes son recogidas luego de la producción de un ternero. Estos atribuyen la posibilidad de un incremento en el valor del producto y un costo fijo estático. Sin embargo, la eficiencia de

la economía puede depender del mercado. No se ha visto un incremento en la eficiencia económica cuando los costos de los alimentos concentrados son altos o cuando las vacas de matadero son relativamente valiosas. Por lo tanto, una estrategia para incrementar la ganancia puede ser comercializar a las vacas de matadero cuando las vacas de matadero son valiosas en comparación con los animales alimentados. Cuando los animales alimentados son más valiosos, comercializar los mismos o finalizar a las vacas jóvenes en el comedero si los costos del comedero no son muy altos (12).

Sell y otros (93) simularon y compararon económicamente un sistema SCH con otro esquema de manejo de bife utilizando costos promedio de producción y devoluciones para las formas de productos 1958 a 1986. El manejo tradicional fue remunerable 18 de los 29 años con un promedio anual de \$0,78 por vaca mientras que el sistema SCH fue redituable 26 de los 29 años con una ganancia anual promedio de \$54,53 dólares por vaca. De la misma manera, cuando Keeling y otros (43) condujeron un modelo de simulación de varios esquemas de producción de bife en Nueva Zelanda, el sistema SCH generó \$48,26 por unidad de animal comparados a los \$42,50 por unidad de animal en un sistema tradicional y los \$32,7 por unidad de animal para los sistemas de finalización de vaquillonas de 20 meses de edad y \$52,8 por unidad de animal por sistema de bife de toro. En un fuerte desacuerdo, Boucque (11) declaró que el sistema SCH no fue ni económico ni nutricionalmente eficiente, aunque mejoró la producción del bife. El sistema SCH tiene una eficiencia de nutriente desfavorable debido a las altas necesidades de energía de alimentación para obtener una pubertad y lactancia temprana (11). Su análisis económico pudo haber estado altamente influenciado por la compra de terneros de 8 días de edad seguido por la crianza por pastura, la crianza bajo techo y la alimentación, en donde Keeling y otros (43) y Sell y otros (93)

evaluaron el sistema SCH en el cual no se ha llevado a cabo la crianza bajo techo y el SCH fue manejado en un rango nativo.

Joseph y Crowley (42) reportaron que la viabilidad del SCH depende del precio en el cual el mismo SCH puede ser obtenido en donde Owen (69) reportó que el mayor factor que influye en la ganancia fue el precio del ternero. Keeling y otros (43) informaron que los mayores factores que afectan la ganancia de un sistema SCH fue el precio que recibió para la escala del SCH. Por ejemplo, un 8% de la reducción en el precio recibido para la escala del SCH reduce los márgenes gruesos por 9 y 8% de incremento en la compra del precio de una vaquillona a ser manejada en el sistema SCH reduce el margen grueso en un 5,1%. Sin embargo, cuando el alimento concentrado es costoso o cuando las vacas de matadero son relativamente valiosas, el SCH no es económicamente eficiente (12). Brethour y Jaeger (13) destacan que el sistema SCH tiene una gran flexibilidad. Da la posibilidad de ser avalado en cualquier momento mientras que da una variedad de productos finales, por ejemplo la crianza de vacas de 2 años de edad, terneros de un año de edad abiertos elegidos del sistema o pares. Sin embargo, ellos también apuntan que con esta complejidad del sistema SCH, también existe una mayor oportunidad para las caídas. El trabajo y la labor extra para el sistema SCH es esencial (13).

Taylor (100) elaboró la hipótesis que el sistema SCH puede tener un aumento en la eficacia para los sistemas de sexo controlado, la producción de estricta hembras cuando la totalidad o casi todas las madres son recogidas luego de producir un ternero. Los terneros de vaquillonas producidos por vaquillonas del SCH de sexo controlado pueden ser criados de la misma manera, para que el sistema pueda auto-perpetuarse (18). Sin embargo, poner terneros EW del SCH nuevamente dentro del sistema SCH no ha sido particularmente exitoso (13). Bourdon y Brinks (12) sugirieron que los sistemas SCH de sexo controlado no son más

eficientes que el sistema tradicional y cuando se le agrega, en la simulación, una tasa por la tecnología, se vuelven incluso menos eficiente. Sin embargo, ellos destacaron que el sistema SCH puede ser más aplicable cuando es más deseable el producto de carne magra o cuando es incorporada la temporada de alumbramiento de alrededor de 1 año, permitiendo que el SCH alumbre a una edad temprana. Brethour y Jaeger (13) crearon una hipótesis posterior que dice que la productividad del sistema SCH puede ser mejorada por los desarrollos futuros en la selección del sexo del semen y en la inducción de la pubertad.

Resumen

El sistema SCH tiene el potencial de ser remunerativo (Sell y otros, 1985). La eficiencia altamente biológica del SCH hace al sistema atractivo. Sin embargo, Taylor (1985) crea la hipótesis que el sistema puede incrementar la eficiencia biológica, más aún si el SCH puede solucionar el alumbramiento a edades tempranas y producir una descendencia de hembras. Esto puede ser realizado por medio de la incorporación de nuevas tecnologías de citometría de flujo para clasificar los espermatozoides de acuerdo con los cromosomas (Shenk y otros, 1999). Más aún, el alumbramiento a una edad temprana menor de 24 meses y el semen seleccionado por sexo para producir una descendencia de hembras puede reducir el riesgo de incidencia y la severidad de la distocia. Además, esta tecnología conlleva el beneficio de crear la oportunidad para crear un sistema SCH auto-perpetuado. El sistema ternero-vaquillona única tiene el potencial para proveer productos de carne aceptables en el sabor luego de producir un ternero y recogerlo luego de los 30 meses de edad (10,26,42,89,104,105). Sin embargo, para evitar el riesgo de los resultados de madurez B y por lo tanto, los descuentos financieros, el SCH deber ser recogido más joven que los 24 meses

de edad (Shackelford y otros, 1995). El alumbramiento temprano del SCH puede ser un mecanismo para realizar este objetivo y el destete temprano y la herramientas de dietas de comedero para realizar el alumbramiento temprano. Integrando el destete temprano y el semen seleccionado por sexo dentro de un sistema ternero-vaquillona único puede ser un esquema de manejo para incrementar el valor de las vaquillonas no reemplazadas. El sistema integrado puede producir productos de alta calidad disponibles al consumidor así como también proveer al productor un sistema de manejo alternativo que tiene el potencial para incrementar las ganancias.

Materiales y Métodos

Este proyecto de investigación fue diseñado para evaluar la integración del destete temprano y el uso de semen seleccionado por sexo en un sistema de ternero vaquillona único (SCH) para aumentar el valor de las vaquillonas que no se reemplazan. El proyecto consistió de cinco fases; las fases I, II y III fueron las etapas de desarrollo de las vaquillonas. La fase IV fue una medición cualitativa del sistema integrado en donde se produjo la evaluación del esqueleto. La fase V determinó el estado económico del sistema integrado. El sistema integrado puede ser una alternativa al mercadeo tradicional (TMS) de vaquillonas de no reemplazo. El mercadeo tradicional de las vaquillonas que no se reemplazan está definido como la venta de vaquillonas de mercadeo tradicional sobre bases de peso liviano inmediatamente luego del tradicional destete a la edad de aproximadamente 7 meses (200 días). Por lo tanto, el sistema integrado IS es económico comparado con el sistema tradicional de comercialización o mercadeo. El sistema integrado incorpora factores reproductivos tales como pubertad y crianza de las vaquillonas; por lo tanto, el reemplazo de contrapartes de

vaquillonas tiene significado en la reproducción y administración en un sistema de reemplazo tradicional (TRS) en comparación con el sistema integrado de vaquillonas para solamente estos factores.

El centro de investigaciones de Colorado del Este de la Universidad del Estado de Colorado en Akron, Colorado, fue el sitio para llevar a cabo la investigación. El proyecto comenzó en Julio de 1999 (YI) con una replicación que comenzó en Agosto 2000 (YII). Los datos están representados para todas las fases del proyecto YI pero se detienen luego de PI en YII dado que la investigación más allá de ese punto no ha sido completada. Las vaquillonas de un rebaño de Red Angus x Hereford ECRC fueron divididas en dos grupos de tratamiento. Las vaquillonas en el sistema integrado fueron del estado de no reemplazo, particularmente aquellas nacidas en la última mitad de la estación de parición pero no más jóvenes de 55 días de edad a la fecha del destete temprano. Estas vaquillonas fueron destetadas tempranamente, alimentadas con una dieta de alta energía para promover el rápido crecimiento de aproximadamente 1,6 kg. por día a los fines de alcanzar el 65% de la madurez de su peso (determinado en 500 kg. tomados a partir de datos provenientes de madres del rebaño) a los 9 meses de edad. Las vaquillonas del sistema integrado fueron apareadas a aproximadamente 10 meses de edad y parieron a los 24 meses de edad (Tabla 1). La totalidad de las otras vaquillonas del estado de reemplazo fueron administradas en el sistema de vaquillonas de reemplazo ECRC, destetadas a aproximadamente 7 meses de edad, desarrolladas dentro del rango y apareadas a los 14 meses de edad.

Fase 1: Destete de la vaquillona para la crianza de la vaquillona.

Destete

El grupo experimental del primer año (YI) consistió de 46 vaquillonas de sistema integrado que fueron destetadas a una edad temprana no tradicional de 110 $\pm$ 15.0 días y 40 vaquillonas del sistema de reemplazo tradicional fueron destetadas a una edad de destete tradicional de 229 $\pm$ 2.8 días. El grupo experimental del segundo año (YII) consistió de 48 vaquillonas del sistema integrado que fueron destetadas a una edad promedio de 115 $\pm$ 26.9 días y 48 vaquillonas del sistema de reemplazo tradicional fueron destetadas tradicionalmente y pesadas a 174 $\pm$ 21.2 días de edad. El peso del cuerpo de las vaquillonas fue registrado en cada fecha de destete. Las graduaciones de la condición del cuerpo (en una escala de 9 puntos) de las madres fueron registradas al momento del destete temprano en YI y YII y luego se hizo nuevamente al momento del destete tradicional.

Administración nutricional.

Las madres de las vaquillonas fueron administradas de acuerdo con un rango nativo en dos pasturas separadas en el año YI. Las madres de las vaquillonas del sistema de reemplazo tradicional fueron provistas con un suplemento de invierno mientras que las madres de las vaquillonas del sistema integrado no fueron suplementadas de este modo. Las madres fueron administradas en esta manera para permitir la evaluación de un programa de destete temprano de acuerdo con provisiones de alimentos de invierno. La estrategia de destete tubo un efecto sobre las madres BCS al momento de TW, donde las madres de los terneros EW tuvieron un mayor BCS que las madres de los terneros TW en solamente el año YI. Las madres de las vaquillonas del sistema integrado IS fueron administradas sin suplementos dado que las reservas del cuerpo fueron suficientemente adecuadas para permitir que las madres pierdan una condición del cuerpo sin

riesgo de salud o pérdida de producción. Las madres de las vaquillonas TRS, es decir del sistema de reemplazo tradicional, fueron administradas para permitir un mantenimiento o una ganancia de peso del cuerpo. Las madres fueron combinadas al final de la estación de invierno en similares condiciones y pesos del cuerpo. Sin embargo, en YII, las madres no se administraron en forma separada como en el caso YI porque el BCS de las madres fue igual al momento del TW. Condiciones de sequía limitaron la calidad y la disponibilidad de forraje para las madres; entonces, el destete del sistema de reemplazo tradicional ocurrió 55 días antes que el TW del sistema de reemplazo tradicional en YI. El efecto combinado de las condiciones de sequía y la duración más corta de la lactancia de las madres de las vaquillonas TRS en YII puede explicar la falta de diferencia de BCS entre las madres de las vaquillonas del sistema integrado y las madres de las vaquillonas TRS. Los pesos iguales del cuerpo no permitieron ningún contraste entre las estrategias de destete de acuerdo con el suplemento de invierno y por lo tanto eliminaron la necesidad de administrar las madres en forma separada. Se analizó el arrendamiento de pasturas y el costo del alimento para las madres.

Las vaquillonas del sistema de reemplazo tradicional fueron administradas sobre una pastura triticales con acceso a rangos nativos en YI. En YII, las vaquillonas del sistema de reemplazo tradicional fueron administradas en condiciones de lote seco debido a pasturas insuficiente en pastura natural que resultó de las condiciones de sequía. La ración del lote seco fue balanceada de acuerdo con NRC (68) e incluyó maíz entero con cáscara, heno/mijo, y heno/alfalfa. Los valores nutricionales para el triticales (63) y para pasturas nativas o naturales (19) son listados en las tablas 2, 3 y 4. Los valores nutricionales están basados en el 100% de inclusión en la dieta dado que no se puede establecer la cantidad de cada forraje en la dieta, sin

embargo, el triticales fue probablemente la fuente principal de nutrición. Las muestras de ración de las dietas de vaquillonas del sistema integrado fueron recolectadas periódicamente a través de las fases I y III y analizadas por Olsen's Laboratory McCook, NE (Figuras 1, 2, 3 y 4).

Las vaquillonas del sistema integrado fueron administradas en corrales de administración "Feedlot" inmediatamente luego del destete y continuaron respectivamente durante 213 días y 200 días en YI y YII. Se utilizaron auto-alimentadores durante 140 días en YI y 5 días en YII, luego se utilizaron alimentadores colectivos para el resto de la fase I (73 días YI y 195 días YII). La duración de los auto-alimentadores utilizados en YII estuvo limitada debido a enfermedades y a la necesidad de administrar alimentos medicados. Los ingredientes de la ración del corral de alimentación YI incluyeron grano triticales, gránulos de alimento de girasol, alfalfa con maíz, suplemento proteico y Rumensin 7. Los ingredientes de la ración del corral de alimentación feedlot en YII fueron similares a YI con la exclusión de los gránulos de alimento de girasol. El peso de las vaquillonas EW se midió cada 28 días y la ración fue evaluada y ajustada de acuerdo con la ganancia de la vaquillona. El objetivo más importante de la estrategia de alimentación fue que las vaquillonas del sistema integrado alcanzaran el 65% del peso de madurez (en base a rebaño de peso de madurez original de 500 kg.) a los 9 meses de edad para inducir una pubertad temprana. Por lo tanto, cada 28 días de intervalo se tenía un objetivo de 1,36 kg. por día de ganancia hasta que las vaquillonas comenzaran el ciclo. En este punto la densidad de energía de la ración se redujo para evitar un sobrecrecimiento de grasa y posibles subsiguientes dificultades de reproducción/parición. Se calculó el ingreso individual diario dividiendo el ingreso del corral por el total de animales en el corral (Figuras 5 y 6). Las raciones fueron balanceadas de

acuerdo con los requerimientos NRC (68) para crecimiento/terminación de vaquillonas a 1,3 kg. diario de ganancia.

Las vaquillonas que tenían ganancias pobres y/o mostraron una morbilidad crónica fueron desechadas del sistema. Las vaquillonas desechadas fueron vendidas a precio de mercado en un remate local de hacienda. Para un análisis económico se contabilizó la mortalidad de las vaquillonas. El peso de los animales muertos se estimó de acuerdo con el promedio del grupo. Se calculó el valor en dólares de los animales muertos en base al precio de compra de mercado de un animal de similar peso y edad.

Monitoreo del comienzo de la pubertad

El comienzo de la pubertad y el estro se monitoreó por medio de indicadores fisiológicos y de comportamiento. El sistema DDx Electronic Heat Watch 7 monitoreó, con la ayuda de 3 vacas androgenizadas (YI) y una vaca androgenizada (YII), los patrones de comportamiento y el comienzo del calor latente a través de la duración del monte y la frecuencia (96). La androgenización fue lograda por métodos descritos por Nix y colaboradores (67). La androgenización de las vacas se llevó a cabo debido a la hipótesis de que las vacas androgenizadas tienen un efecto similar sobre el mejoramiento de la pubertad a través de señales de feromonas como es hipotético para los toros. Muestras de sangre de la yugular de las vaquillonas del sistema integrado fueron tomadas a intervalos de 10 días por un período de 2 meses (YI) y 3 meses (YII) antes de la sincronización MGA/PGF y nuevamente 10 días antes, y en el mismo día de la inyección PGF (Figura 7). Se analizaron las muestras de suero por medio de radioinmunoensayo para determinar la progesterona (21). El porcentaje de las vaquillonas del sistema de reemplazo tradicional en la pubertad también fue medido por un ensayo de

progesterona durante un mes antes de la sincronización MGA/PGF de las vaquillonas del sistema integrado seguido. Las vaquillonas fueron consideradas en la pubertad, cuando la concentración de progesterona en el suero fue mayor de un ng/ml. dentro de un período de 10 días (7).

Sincronización e inseminación artificial de las vaquillonas IS

Las vaquillonas IS fueron sometidas a una sincronización del estro llevada a cabo por medio de una alimentación aderezada con 0.5 miligramos de MGA por hd/d durante 14 días seguida por una inyección de PGF al día 19 luego del último día de la alimentación MGA tal como lo describe Deutscher (20). Las vaquillonas fueron sincronizadas a 250 ±15.0 días de edad YI y 250 ±14.9 días de edad YII. Las vaquillonas fueron AI por una de las dos técnicas siguiendo el estro latente hasta 72 horas luego de la inyección de PGF de acuerdo con el protocolo a.m./p.m. A las 72 horas luego de la inyección de PGF, todas las vaquillonas restantes en pubertad fueron apareadas en un momento fijado. Un período de crianza de 45 días (YI) permitió que las vaquillonas fueran en tres o cuatro oportunidades AI y 24 días (YII) permitiendo 2 apareamientos. Todas las recrias se basaron en el calor latente registrado por el Electronic Heat Watch 7 y/o por observación visual y criadas de acuerdo con el protocolo a.m./p.m.

El semen utilizado para la inseminación artificial fue recolectado de dos toros Black Angus (YI) y un toro Black Angus (YII) con bajo peso de nacimiento EPD de 0.5, 1.5 y B 1.43, YI y YII, respectivamente. El semen fue seleccionado utilizando citometría de flujo, seleccionado de acuerdo con el esperma con cromosoma X (82). Las dosis de semen para la inseminación contenían 3 millones de esperma (YI) y 6 millones de esperma

(YII) por dosis con por lo menos 35% de post-motilidad en estado líquido.

Durante el período YI, las vaquillonas fueron apareadas en tiempos fijos con semen seleccionado por sexo, aleatoriamente AI con uno de dos progenitores determinados en orden aleatorio de las vaquillonas que ingresaban al corral de cría; los progenitores fueron alternados con cada vaquillona. Las vaquillonas que requirieron un segundo apareamiento fueron inseminadas con semen seleccionado por sexo proveniente del mismo macho o progenitor utilizado en el apareamiento del momento fijado. Las vaquillonas que requirieron un tercer apareamiento fueron inseminadas aleatoriamente con semen ya sea seleccionado por sexo o no seleccionado por sexo, por medio de uno de dos progenitores. El semen no seleccionado por sexo fue utilizado para aparear 6 vaquillonas del sistema integrado y fue el cierre del protocolo. Siete vaquillonas IS mostraron $\frac{1}{4}$ de calor latente durante los 45 días de la estación de cría, una vaquillona fue apareada con semen seleccionado por sexo y las restantes seis vaquillonas fueron apareadas por medio del servicio natural de un toro. Del mismo modo, el servicio natural hecho con un toro fue el cierre del protocolo.

Para minimizar la variación de la progeñe las vaquillonas IS YII fueron apareadas en momentos fijos con un macho. El protocolo para la segunda estación de cría se hizo con un tercio de las vaquillonas del sistema integrado YII que fueron inseminadas con semen no seleccionado por sexo y los dos tercios restantes se inseminaron con semen seleccionado por sexo para comparar la fertilidad del semen seleccionado por sexo contra el semen no seleccionado por sexo. El apareamiento de las vaquillonas con semen no seleccionado por sexo comparado con aquéllas inseminadas con semen seleccionado por sexo se determinó por medio del orden aleatorio de las vaquillonas que ingresaban al corral de cría; cada tres vaquillonas se preñaba con semen no

seleccionado por sexo. Del mismo modo, un tercio de las vaquillonas que requirió un preñado subsiguiente se inseminó con semen no seleccionado por sexo; las restantes vaquillonas fueron inseminadas con semen seleccionado por sexo. El resultado final fue que la inseminación en tiempos fijos de las vaquillonas IS fue hecho con 25,4% de vaquillonas apareadas con semen no seleccionado por sexo; el 74,6% restante de las vaquillonas fue apareado con semen seleccionado por sexo. Luego de 24 días de la estación de cría, el 28,6% de las vaquillonas fueron inseminadas con semen no seleccionado por sexo y el restante 71,4% se inseminó con semen seleccionado por sexo.

Diagnóstico de preñez

El rango de concepción del primer servicio se determinó por ultrasonografía a 34 días y a 45 días luego del momento fijado de apareo en YI y en YII respectivamente. Los rangos totales de concepción y preñez también fueron determinados por ultrasonografía a los 34 días y a los 60 días siguiendo la última fecha de inseminación para YI y para YII respectivamente. Las vaquillonas que fueron diagnosticadas como no preñadas fueron desechadas del sistema y las restantes vaquillonas preñadas pasaron a la fase II. Las vaquillonas desechadas en YI fueron vendidas a precio de mercado a un corral de alimentación ECRC. Las ganancias creadas por esta venta se contabilizaron para PI y fueron utilizadas en el análisis económico final.

Fase II: Crianza hasta parición (vaquillonas del sistema integrado YI)

Administración nutricional

Las vaquillonas del sistema integrado fueron llevadas a una pastura natural con una edad promedio (calculada desde las 22 vaquillonas finales del sistema integrado) de 297 $\pm$ 12.6 días de edad. Las vaquillonas permanecieron en la pastura durante 237 días en cuyo tiempo la primer vaquillona IS tuvo una parición (534 $\pm$ 12.6 días de edad). El peso de las vaquillonas IS fue registrado en el primer y en el último día de esta fase. Los valores nutricionales del forraje están reportados en las Tablas 2 y 4 (19).

Mediciones de grasa posterior

El espesor de la grasa en el lomo se midió por ultrasonido para las vaquillonas del sistema integrado 20 días antes del primer día de parición y nuevamente se midió a los 20 días de la parición. La grasa en la espalda o lomo del animal se midió entre las costillas 12 y 13 a la distancia del ojo de la costilla con una máquina de ultrasonido Aloka 500V.

Administración de parición

Las vaquillonas del sistema integrado parieron en condiciones de corral seco. Las vaquillonas fueron observadas cada 4 horas durante el período de parición. Las vaquillonas recibieron asistencia del asistente de parición si la presencia del ternero o la progresión del parto era anormal o no satisfactoria. Se documentó la facilidad de parición, el vigor del ternero, el peso del ternero recién nacido, el sexo, la mortalidad y la morbilidad. La facilidad de parición y los grados de vigor del ternero se indican como sigue: facilidad de parición: 1= sin asistencia, 2= asistida, fácil, 3= asistida, muy difícil, 4= parición por cesárea, 5= nacimiento con obturación, presentación anormal: vigor del ternero, 1= nació inmediatamente,

el ternero fue sano y fuerte, 2= nació por sí solo, pero tomó algún tiempo, 3= requirió alguna asistencia para lactancia, 4= murió inmediatamente luego del nacimiento, 5= muerto al nacer.

En YI se produjo el aborto en 4 de 25 vaquillonas IS (16%). Estas vaquillonas del sistema integrado experimentaron una pérdida fetal temprana y tres fueron re-preñadas por servicio natural como resultado de que las vaquillonas IS se mezclaron con el rebaño normal durante el período de cría. Estas vaquillonas IS fueron desechadas del sistema integrado y vendidas como vaquillonas de cría en un remate local de hacienda en Yuma, Colorado. Las ganancias (650 dólares por vaquillona IS) de estas vaquillonas IS de cría tardía se recibieron para el sistema integrado y se incluyeron en el análisis económico. La cuarta vaquillona IS que experimentó pérdida fetal no fue re-preñada y se mantuvo en el sistema integrado, fue terminada y criada con sus vaquillonas IS preñadas que la acompañaban.

Fase III: Parición a matadero

Administración nutricional

Las vaquillonas IS fueron dispuestas en un corral de alimentación con raciones a 534 ^{12.6} días de edad hasta 696 ^{12.6} días de edad durante 162 días. Los ingredientes incluyeron granos triticales, maíz con cáscara entera, y alfalfa (Figuras 3 y 4). La ración fue balanceada de acuerdo con los requerimientos NRC (68) para lactancia para vacas de 550 kg. y se ajustó de acuerdo con las características del ternero y la vaquillona IS. Se calculó el ingreso diario dividiendo el ingreso grupal por el número de animales en el corral (Figura 8). El peso del ternero del sistema integrado y la vaquillona del sistema integrado se registró cada 28 días.

Destete

Los terneros nacidos de las vaquillonas IS fueron destetados a los 120 $\pm$ 19.6 días de edad y comercializados en un remate local de hacienda inmediatamente luego del destete. Las ganancias obtenidas de los terneros se contabilizaron en el análisis económico final.

Determinación de la recolección de parición

Las vaquillonas IS permanecieron en un corral de alimentación durante 141 días y se recolectó la parición a los 696 $\pm$ 12.6 días de edad y (23 meses) de edad. Las vaquillonas del sistema integrado fueron consideradas listas para el mercado de acuerdo con la profundidad estimada y visual de la grasa posterior la cual tenía 1,27 cm. El tiempo desde el destete hasta la parición fue de 22 días para permitir un tiempo adecuado para la ubre luego de la terminación de la lactancia y cuando se encuentra en involución.

Fase IV: Evaluación de la res

Comercialización de las vaquillonas IS

Las 22 vaquillonas IS finales fueron comercializadas con precios formulados de acuerdo con la calidad de la res (peso vivo, grado de calidad USDA y grado de rendimiento USDA). Los premios y los descuentos asociados con la tabla se encuentran listados en la Tabla 5.

Datos recolectados de la res

Las reses fueron llevadas desde el piso del matadero hasta el enfriador en el mismo día de la recolección. Aproximadamente 36 horas luego de muertas, se registraron (103) los factores de Grado de Calidad USDA (madurez del esqueleto, madurez de la carne magra y apariencia marmolada) y los grados de rendimiento USDA (área muscular *longissimus*, peso de la res caliente, y porcentaje estimado de grasa al corazón y grasa pélvica del riñón). Se extrajeron tiras de lomo de cada res de vaquillona IS. Los lomos fueron llevados a la Universidad del Estado de Colorado y fueron mantenidos durante 14 días a 2°C luego fueron congelados (-29°C) hasta que se cortaron secciones del lomo en churrascos o bifes (de 2,54 cm. de espesor).

Evaluación sensorial de expertos y valores de fuerzas de corte Warner-Bratzler

Se removieron tiras de lomo del congelador cortadas en churrascos de 2,54 cm. los cuales fueron luego descongelados en un enfriador refrigerado (4°C) durante 24 horas. La temperatura del bife o churrasco fue monitoreada para asegurar que las temperaturas del churrasco estuvieran entre 1°C y 5°C inmediatamente antes de su cocción. Los churrascos fueron cocinados a una temperatura interna de 70°C utilizando una parrilla de cinta de Magikitch (Magigrill modelo TBG-60; Magikitch Inc., Quakertown, PA); (calor superior 177°C, calor en el fondo 177°C, precalentamiento = desconectado, altura = 1,85 cm., tiempo de cocción = 6,55 min.). Las temperaturas finales en el punto de terminación fueron monitoreadas utilizando un termómetro manual (Omega modelo HH21; de la firma Omega Engineering Inc., Stamford, CT). Se sirvieron muestras en forma de cubo de cada churrasco cocinado a un panel degustador sensorial. Los panelistas fueron entrenados durante dos semanas de acuerdo con los procedimientos delineados por Meilgaard y

otros (57) y AMSA (3). El panelista utilizó un rango de evaluación de las muestras para su jugo, terneza de la fibra muscular, terneza total, tejido conectivo y cantidad de intensidad de sabor utilizando un escala de 8 puntos (3).

Los churrascos para la evaluación de los valores de fuerza de corte Warner - Bratzler fueron manipulados y preparados de la misma manera que se indicó anteriormente. Los churrascos se dejaron enfriar a temperatura ambiente (24°C) antes de remover de 6 a 10 núcleos (1,27 cm. de diámetro) paralelos a la fibra muscular del churrasco (3). Cada núcleo fue cortado una vez utilizando una máquina cortadora Warner - Bratzler. Los valores individuales pico de fuerza de corte fueron promediados para obtener un valor de fuerza de corte final representativo para cada churrasco. El umbral WBS de 4,5 kg. determinó la clasificación de la res desde dura a tierna (89). Las reses con valores WBS mayores de 4,5 kg. fueron consideradas duras mientras que las reses con valores WBS menores de 4,5 kg. fueron consideradas tiernas.

Fase V: Análisis económico

El ingreso y los egresos totales fueron registrados para cada fase. Se calcularon los beneficios/pérdidas brutas y los beneficios/pérdidas netas para cada fase así como también los beneficios/pérdidas brutas finales y los beneficios/pérdidas netas finales para la totalidad de la fase (Tablas 14-19). El beneficio/pérdida se informó para la totalidad del sistema así como también el beneficio/pérdida por vaquillona. El análisis económico comparó un sistema de administración tradicional de hembras que no se reemplazan con el sistema integrado. Se llevó a cabo una simulación adicional para comparar y contrastar el efecto del mayor rango de preñez (58%, 60%, 70%, 80%, 90% y 100%)

y supervivencia de terneros (88%) en el rendimiento del sistema integrado.

Fase I

En la Fase I, se compraron vaquillonas del sistema integrado dentro del sistema de acuerdo con los mercados de kilo vivo estacional en el área (103 dólares/cwt) (Tabla 14). Las vacas de desecho fueron compradas a precio de mercado y androgenizadas para asistir a la detección de calor. Estas vacas de desecho fueron luego vendidas por peso vivo; los precios informados son precios reales recibidos. Las vaquillonas del sistema integrado fueron vendidas por este sistema debido al pobre comportamiento y se vendieron al precio de mercado estacional como kilo vivo para el área. La pérdida económica debido a la mortandad fue considerada igual al precio de compra multiplicado por el precio de la vaquillona del sistema integrado a la muerte. A las vaquillonas del sistema integrado muertas se les asignó un peso basado en el peso promedio del grupo al momento de morir.

El costo de alimentación se calculó multiplicando el costo de alimentación por tonelada por la cantidad total de alimento consumido. El costo de alimentación por tonelada fue marcado hasta un 10%. El costo del arreado fue cargado a un rango de 0,20 dólares por cabeza por día. Los costos de salud incluyeron el procesamiento inicial; drogas de hospital administradas a animales enfermos y los cargos de manejo asociados como un dólar por cabeza por día. Los costos de crianza fueron calculados agregando el costo total de droga de sincronización al costo de semen, gastos de selección de semen, y cargos de técnicos. La ganancia/pérdida bruta para la fase I fue calculada sustrayendo los gastos totales del ingreso total y el valor de las vaquillonas IS que permanecieron en el sistema.

Los costos de crianza fueron calculados sumando el costo de la inseminación y sincronización. El costo de inseminación fue calculado multiplicando el número total de inseminaciones por cargo de técnico (4 dólares por inseminación), el cargo de selección de semen (20 dólares/cánula), y semen (12 dólares/cánula). Las drogas de sincronización incluyeron MGA (1,96 dólares/cabeza día) y prostaglandina (2,10 dólares/cabeza día) para 43 vaquillonas del sistema integrado.

En YI, el costo del mantenimiento para las madres de las vaquillonas del sistema de comercialización tradicional (TMS) y para las vaquillonas del sistema integrado (IS) se calculó agregando el costo de arrendamiento de pastura al costo del alimento suplementario. Se calculó la diferencia entre los dos costos de los grupos de alimentación de invierno.

Fase II

La ganancia/pérdida bruta y neta de la fase II se calculó multiplicando el costo de arrendamiento de pastura por 0.65 AUM por mes a un rango de 13 dólares/AUM (Tabla 15). Todas las vaquillonas fueron llevadas a la fase II durante 1,4 meses, sin embargo solamente las 25 vaquillonas IS preñadas permanecieron en la fase II durante un período de 253 días. Las ganancias generadas por la venta de vaquillonas IS abiertas están contabilizadas para esta fase.

Fase III

El análisis económico de la fase III se asimiló a la fase I en lo que hace a los costos de salud y costos de alimentación. El arreado se incrementó a \$0,30 por cabeza por día como resultado de la mayor labor asociada con los terneros de las vaquillonas IS (Tabla 16). La hacienda de desecho incluyó las

vaquillonas IS que fueron criadas tarde y comercializadas como vaquillonas de cría. Los precios informados son precios reales recibidos en la venta. Los terneros de las vaquillonas IS fueron vendidos inmediatamente luego del destete por su kilo vivo. Los precios informados son precios reales recibidos. Los precios informados para las restantes vaquillonas IS fueron recibidos en la comercialización de las vaquillonas de acuerdo con el mérito de la res (Tablas 5 y 17). La ganancia/pérdida bruta fue calculada mediante la sustracción de gastos totales del ingreso total. La ganancia/pérdida bruta y neta total se calculó sumando la ganancia/pérdida bruta y neta de cada fase respectivamente.

Diferencia en rendimiento entre TMS e IS

El rendimiento del sistema IS sobre el sistema TMS se calculó sustrayendo la ganancia neta del sistema de comercialización tradicional TMS de la ganancia neta del Sistema Integrado IS (Tabla 18). La ganancia/pérdida bruta para el sistema de comercialización tradicional TMS fue calculada multiplicando el peso de destete promedio de las vaquillonas TMS al momento del destete tradicional por el precio de mercado estacional como peso vivo en el área (\$88.00/cwt)

Simulaciones

Se llevaron a cabo simulaciones para evaluar el efecto del rango de preñez y de la mayor supervivencia de los terneros en la rentabilidad (Tabla 19). Las simulaciones variaron los rangos de preñez en 58%, 60%, 70%, 80%, 90% y 100% para evaluar su efecto en la rentabilidad de cada fase y del sistema. Las simulaciones del rango de preñez consideraron que se utilizó semen seleccionado por sexo, un 10% de muerte de terneros como pérdidas y las pérdidas de muerte de vaquillonas IS y los rangos de

venta, como los mismos que se utilizaron en YI. Consideraciones adicionales incluyeron que todos los terneros IS se venden como de peso pesado = 330 libras y que no se produjeron vaquillonas IS de cría tardía. Las ganancias provenientes de las vaquillonas IS terminadas se basaron en el porcentaje de cada res con el grado de rendimiento y calidad USDA recibidas en YI. El alimento consumido se calculó multiplicando el número de animales en el corral, promedio de ingresos individuales, basados en los resultados YI. Todas las simulaciones están basadas en ingresos y egresos reales del YI.

Análisis estadístico.

Los análisis estadísticos fueron completados utilizando el modelo lineal general (GLM) que es un procedimiento de SAS (81) y cuando era apropiado, los medios fueron separados utilizando Tukey's HSD (81) para determinar las diferencias en los pesos, edad, y años a través del BCS. Se utilizó regresión logística y contrastes (81) con preñez resultante del primer servicio o del segundo servicio como variable dependiente; grupo y ciclos de calor o grupos y técnico también fueron consideradas variables independientes respectivamente para comparar y contrastar los efectos del técnico, el progenitor y el semen dentro y a través de los años. El grupo se refiere a la combinación de semen seleccionado por sexo o semen no seleccionado por sexo de uno de tres machos para dar cuatro grupos, un macho progenitor (YI) tanto con semen seleccionado por sexo como con semen no seleccionado por sexo utilizado para inseminación de vaquillonas IS, y dos machos o progenitores (YII) solamente con semen seleccionado por sexo utilizado para inseminación de vaquillonas IS. Los análisis de correlación y "Chi" cuadrado (81) fueron llevados a cabo sobre la base de características de un panel de degustación (madurez, sesión,

jugo, terneza de la fibra muscular, presencia de tejido conectivo, terneza total, e intensidad del sabor) y características de parición (vigor del ternero, facilidad de parición, sexo del ternero y progenitor). Los datos recolectados sobre los animales que murieron durante el ensayo no fueron usados en el análisis estadístico.

Resultados y discusión

PI: Destete temprano a crianza

Se estudió la integración del destete temprano y el semen seleccionado por sexo dentro de un sistema SCH y se llevó a cabo un análisis económico final para establecer la rentabilidad. En el primer año 46 vaquillonas de estado de no-reemplazo (vaquillonas IS) fueron destetadas tempranamente (EW) a 110 $\pm$ 15,0 días de edad a 141 $\pm$ 21,1 kg. 40 vaquillonas de reemplazo (TRS) fueron destetadas tradicionalmente (TW) a 229 $\pm$ 2,8 días de edad a 262 $\pm$ 25,40 kg. Al momento del destete tradicional TW, las vaquillonas IS del YI tenían 202 $\pm$ 15,0 días de edad y pesaban 249 $\pm$ 6,8 kg. Las vaquillas TRS del YI tenían 27 $\pm$ 12,2 días de edad más viejas ($P < 0,01$), que las vaquillonas IS del YI y tenían mayores pesos al momento del destete tradicional TW. Del destete temprano al destete tradicional, las madres de las vaquillonas IS YI tenían mayor BCS que las madres de las vaquillonas YI TRS, 6,6 $\pm$ 0,80 y 5,8 $\pm$ 0,78 ($P < 0,01$), como resultado del final de la lactancia y permitiendo una mayor utilización biológica de nutrición por forraje de pastoreo. Myers y otros (64) y Story y otros (97) también informaron acerca de un aumento en el BCS de las madres y el subsecuente mayor rango de reproducción del 12% (64). El rango de reproducción en el estudio corriente no fue afectado por el destete temprano así como también las madres fueron manipuladas con un BCS constante antes de la crianza. Las

madres de las vaquillonas YI del sistema integrado fueron puestas en una pastura de invierno sin suplemento adicional bajo condiciones de manejo de pérdida de peso. Las madres de las vaquillonas TRS también fueron puestas en un pastoreo de invierno administrado par mantener o ganar el BCS. Durante el período de invierno, las madres de las vaquillonas YI del sistema de reemplazo tradicional TRS requirieron muy poco suplemento debido al leve invierno en Akrón, Colorado, en 1999-2000. El destete temprano de las vaquillonas YI del Sistema Integrado tuvieron un beneficio económico bastante pequeño de \$7,06 por madre menos el costo de invernada en comparación con las madres de las vaquillonas YI del sistema de reemplazo tradicional dado que se necesitó muy poco suplemento independientemente de la estrategia de destete.

En el año dos, cuarenta y ocho vaquillonas YII del Sistema Integrado fueron destetadas a una edad ligeramente mayor que el primer año ($P < 0,01$) 116 $\pm$ 10,5 días de edad y a un mayor peso ($P < 0,01$) de 164 $\pm$ 24,6 kg. Cuarenta vaquillonas del sistema de reemplazo tradicional YII fueron destetadas tradicionalmente a una menor edad ($P < 0,01$) que las vaquillonas YI del sistema de reemplazo tradicional a 174 $\pm$ 8,0 días de edad debido a las condiciones de sequía y la necesidad de conservar el forraje de pastura para consumo en invierno por las madres. Al momento del destete tradicional TW las vaquillonas YII del Sistema Integrado eran 25 $\pm$ 5,3 días más jóvenes que las vaquillonas YII del sistema de reemplazo tradicional ($P < 0,01$) y pesaban 190 $\pm$ 28,9 kg. Las vaquillonas YII del sistema TRS tenían igual peso que las vaquillonas YII del sistema IS en ese momento. En contraste con YI, el destete temprano no tuvo efecto en las madres BCS desde el destete temprano EW hasta el destete tradicional TW ($P = 0,76$) quizá como resultado de que el destete tradicional ocurrió 55 días más temprano que en el caso YII. De aquí, las madres de las vaquillonas IS destetadas no tuvieron un tiempo adecuado para

aumentar el BCS durante la lactancia de las madres del sistema TRS entre las fechas de destete. Por lo tanto, las madres no fueron manipuladas separadamente a través del período de invierno.

Los terneros de las vaquillonas con destete temprano en este estudio dieron como resultado un mayor BCS de madres IS así como también rangos mayores de ganancia que las contemporáneas que permanecieron con la madre. Esto está de acuerdo con Richardson y otros (95), Grimes y Turner (5) y Schoonmaker y otros (85), al momento del destete tradicional las vaquillonas YI e YII del Sistema Integrado que fueron destetadas tempranamente no fueron más pesadas que las vaquillonas YI e YII del sistema TRS que fueron destetadas en forma tradicional como informó Petersen y otros (70), sin embargo, el peso por día de edad (WDA) fue mayor para las vaquillonas IS que para las vaquillonas TRS en YI.

Las vaquillonas IS de 28 días tuvieron una ganancia de peso a través de la fase I que varió desde 0,86 $\pm$ 0,371 kg. por día a 2,00 $\pm$ 0,367 kg. por día, con un promedio total de 1,25 $\pm$ 0,139 kg. por día (Figura 9) en YI. La variación en la ganancia de peso de 28 días a través de la fase I en YII fue similar a la variación en YI, estando en un rango que va desde 0,47 $\pm$ 0,581 kg. por día a 2,45 $\pm$ 3,804 kg. por día con un promedio total de 0,81 $\pm$ 0,155 kg. por día (Figura 9). Estas variaciones en las ganancias de 28 días se atribuyen al ajuste de las raciones de alimentación para permitir que las ganancias induzcan una puerta temprana a través del crecimiento rápido de aproximadamente 1,3 kg. por día a los fines de alcanzar el 65% del peso maduro. Una vez que las vaquillonas comenzaron el ciclo, la ración fue disminuida para evitar un alto BCS de las vaquillonas y posibles impactos negativos en la subsiguiente reproducción/dificultad de parición. Las ganancias negativas fueron reportadas en marzo del año YII de la fase I como resultado de una dieta de alimentación límite, con

un ingreso permitido de aproximadamente 8 kg. por cabeza por día. Además, la variación YII puede también ser explicada por medio de un alto rango de morbosidad o patología de las vaquillonas IS a través de la fase I PI.

Durante la fase PI: YI, tres vaquillonas IS fueron retiradas del estudio antes de la crianza. Una vaquillona murió enseguida del destete debido a alguna causa desconocida, la segunda vaquillona tuvo un pobre comportamiento y ganancias negativas y la tercer vaquillona se desplomó en tierra. Estas pérdidas pueden haberse debido a una alimentación agresiva durante el período de destete temprano y fueron contabilizadas dentro del análisis económico final. Ocho vaquillonas fueron retiradas enteramente del estudio en el segundo año debido a pérdidas por muerte. Las pérdidas por muerte de dos vaquillonas ocurrieron enseguida del destete, atribuidas a una enfermedad respiratoria. Sin embargo, las restantes seis vaquillonas YII del sistema integrado murieron en distintos tramos de la fase I. La muerte de estas vaquillonas fue atribuida, según el diagnóstico de un médico veterinario local a enterotoxemia. El resultado de la enterotoxemia es inexplicable dado que todas las vaquillonas IS fueron vacunadas contra el *Clostridium* tipo C y D y fueron revacunadas luego que dos vaquillonas IS fueron perdidas debido a esta enfermedad. También puede hacerse notar que no hubo otra hacienda en el corral de alimentación (incluyendo compañeros de rebaño) que experimentaran un rango tan grande de mortalidad o patología como resultado de esta enfermedad o cualquier otra enfermedad. Una explicación de la alta patología/mortalidad de las vaquillonas IS con destete temprano puede deberse a un compromiso del sistema inmune. Al momento del destete temprano, muchas vaquillonas IS estaban enfermas con infecciones respiratorias. Parecería como si las vaquillonas IS nunca hubieran realmente superado la enfermedad y puede verse en ADG desde el destete temprano hasta el destete tradicional. Estos ADG

fueron inferiores para las vaquillonas IS del año YII que para las vaquillonas IS del año YI a pesar del manejo nutricional similar (Figuras 1, 2, 3 y 4).

Pubertad y crianza

La pubertad fue alcanzada en varias edades dependiendo de la vaquillona individual (Tabla 6). Aproximadamente un mes antes de la sincronización, las vaquillonas IS del año YI tenían un 20% del ciclo en comparación con las vaquillonas TRS del año YI al 8% ($P < 0,01$). La inducción de la pubertad temprana de las vaquillonas IS puede ser atribuida al manejo nutricional que permitió mayores ganancias e incrementos de peso en este momento particular ($P < 0,01$; 314 $\pm$ 28,0 kg. y 293 $\pm$ 31,47 kg.). Al mismo tiempo en relación con la sincronización, menor cantidad de vaquillonas IS del año YII fueron sometidas al ciclo en comparación con las vaquillonas TRS del año YII ($P < 0,01$; 0% y 28%) aun cuando las vaquillonas IS del año YII fueron más pesadas ($P < 0,01$; 296 $\pm$ 32,8 kg. y 259 $\pm$ 43,5 kg.); sin embargo, la mayor edad de las vaquillonas del sistema TRS puede explicar el porcentaje del ciclo entre los dos grupos ($P < 0,01$; 228 $\pm$ 10,5 días y 252 $\pm$ 8,0 días). En este momento, menos vaquillonas IS del año YII estuvieron en el ciclo en comparación con las vaquillonas IS del año YI ($P < 0,01$), aun cuando las mismas eran más viejas ($P < 0,01$). Quizá una explicación puede ser que las vaquillonas IS del año YI fueron más pesadas ($P < 0,05$). Del mismo modo, más vaquillonas TMS del año YII fueron sometidas al ciclo ($P < 0,01$) a la misma edad ($P = 0,76$) pero de mayor peso ($P < 0,01$). Los factores responsables de las diferencias en el porcentaje del ciclo de las vaquillonas entre dos años son desconocidos. Sin embargo, muchos factores variaron entre los años tales como la estación, la dieta, la genética, y el ambiente social, la totalidad de los cuales tuvo un potencial en afectar el tiempo de

la pubertad. Al momento de la inyección del PGF el número de ciclado de vaquillonas aumentó a 84% con un 38 de las vaquillonas en estado de pubertad, habiendo un aumento similar ($P = 0,58$) a 75% en el año YII con 30 de 40 vaquillonas púberes. En este momento las vaquillonas IS del año YI y las vaquillonas IS del año YII tuvieron pesos similares ($341 \pm 28,3$ kg. y $348 \pm 31,8$ kg; $P = 0,26$) pero las vaquillonas IS del año YI fueron más jóvenes que las vaquillonas IS del año YII ($268 \pm 15,0$ días y $291 \pm 10,5$ días de edad; $P < 0,01$). Las vaquillonas IS del año YI y del año YII tuvieron una madurez de peso del 68% y del 70% (asumiendo que la madurez de peso es de 500 kg. basados en las madres del rebaño) en el momento de la inyección PGF. También el AI de las vaquillonas IS, las vaquillonas del sistemas TRS del año YI fueron de $317 \pm 2,8$ días y fueron mucho más livianas que las vaquillonas IS del año YI ($293 \pm 31,7$ kg., $P < 0,01$). De manera similar, las vaquillonas del sistema TRS del año YII tenían $316 \pm 8,0$ días de edad y también fueron más livianas que las vaquillonas IS del año YII ($281 \pm 99,6$ kg., $P < 0,01$ YII).

La inducción de la pubertad temprana de las vaquillonas IS se atribuye al alto plano de nutrición de las vaquillonas del sistema IS. Esta conclusión está soportada por Roux y otros (78) que informó un alto plano de nutrición inducida tempranamente en el comienzo de la pubertad y un porcentaje aumentado de vaquillonas con ciclos de estro regulares. Schillo y otros (83) esgrimieron la hipótesis de que el estado nutricional afecta el tiempo de aumento de los pulsos LH y puede involucrar el sistema de generación de pulso LH en el hipotálamo a través de un mecanismo desconocido. Kinder y otros (44) indicó que los cambios en la masa del cuerpo o grasa del mismo algunas veces afecta los pulsos LH. Las vaquillonas en la pre-pubertad se alimentaron con cantidades limitadas de energía que tenían una prologada supresión de estradiol y liberación de pulsos de LH en comparación con aquellas alimentadas con una dieta de alta

energía. Se cree que las dietas de alta energía dan como resultados mayores folículos dominantes tempranos en la vida. Aunque el plano de nutrición está inversamente relacionado con la edad en la pubertad, el patrón de ganancia no tiene efecto sobre la edad de la pubertad (33) en la medida que las vaquillonas alcanzan aproximadamente del 60 al 65% de la madurez del peso del cuerpo (51) antes de la crianza. Del mismo modo, el patrón de ganancia en el estudio corriente no afecta el comienzo de la pubertad. El agregado de Rumensin en la dieta también se cree que ha acelerado el comienzo de la pubertad. Randell (27) resumió varios estudios y encontró que las dietas que tenían una alta producción de propionato en el rumen condujeron a la pubertad en pesos más livianos. De manera similar, Moseley y otros (62) y Purvis y Whittier (72) encontraron que las dietas que contenían ionóforos disminuían la edad al comienzo de la pubertad, no relacionada a la ADG o BW.

El peso de las vaquillonas parecía tener más influencia que la edad en la pubertad (Tabla 7). Las vaquillonas IS que llegaron a la pubertad antes de los 9 meses de edad fueron similares en edad ($P=0,66$) y en peso ($P=0,15$). Sin embargo, las vaquillonas IS que llegaron a la pubertad más allá de los 9 meses de edad tuvieron un peso similar ($P=0,44$) pero diferentes edades ($P< 0,01$). Las vaquillonas del sistema IS en el año YI y en el año YII que alcanzaron la pubertad antes de la inyección PGF tuvieron un peso similar ($P=0,29$) y una edad similar ($P=0,66$). Este dato brinda soporte a que el peso de las vaquillonas tiende a tener un mayor impacto en el tiempo de la pubertad que la edad (4,78,79).

Las vaquillonas que resultaron preñadas con semen seleccionado por sexo en el primer servicio de AI fue el 23% y el 8% de aquellas en el ciclo y las apareadas en determinados tiempos, en los años YI e YII respectivamente (Tabla 8). El rango total de concepción y los rangos de preñez fueron del 71% y del

58% para el año YI y del 21% y del 16% en el año YII. El bajo rango de concepción puede deberse a cualquiera de una combinación de propiedades del semen usado tal como el bajo número de motilidad del semen en cada dosis (3×10^6 YI y 6×10^6 YII, con por lo menos 35% de motilidad luego del descongelamiento. Seidel y otros (87) encontraron que las bajas dosis de semen seleccionado por sexo disminuye el rango de concepción en un 10 a un 20% en comparación con el semen no seleccionado por sexo y en dosis normales. En el año YII el rango de preñez dentro de cada inseminación no se vio afectado por el semen clasificado por sexo para el cromosoma X en comparación con el semen no seleccionado por sexo de la misma dosis ($P=0,51$) ya sea para el primer servicio o para el segundo servicio ($P=0,56$). Del mismo modo, los progenitores dentro del año YI y a través de los años YI e YII no afectaron la preñez como resultado del primer servicio ($P=0,87$ y $P=0,45$, año YI e YII respectivamente). El técnico tampoco tuvo efecto en la preñez en el año YI ($P=0,93$) y el año YII ($P=0,96$).

El rango de preñez en el año YI no fue aceptable si uno considera que a las vaquillonas se les dio de tres a cuatro oportunidades de quedar preñadas. Los rangos de preñez en el año YII fueron muy desalentadores y no hubo explicación para tan pobre comportamiento. Quizás la alta morbosidad o patología en el año YII interfirió con la función reproductiva. Quizás la combinación del semen clasificado por sexo, la inseminación con bajas dosis por cánula con una edad de crianza muy joven de las vaquillonas puede explicar los bajos rangos de preñez. Se necesita una investigación adicional para evaluar en forma completa y sacar conclusiones acerca del mecanismo involucrado.

La preñez como resultado de la primera inseminación artificial en un primer estro o estro subsiguiente no tuvo efecto en la preñez ($P=0,97$). Este resultado está en contraste con lo dicho por Byerley y otros (16) quien concluyó que el primer estro fue menos fértil que el tercer estro.

En el año YI ocurrió la muerte fetal en cuatro de las veinticinco vaquillonas IS (16%). Estas vaquillonas del sistema IS experimentaron una temprana pérdida fetal y tres fueron re-preñadas por servicio natural como resultado que las vaquillonas IS se mezclaron con el rebaño normal durante la estación de servicio. Estas vaquillonas IS fueron descartadas del sistema IS y vendidas como vaquillonas de cría en el remate local en Yuma, Colorado. La ganancia (\$650 por vaquillonaIS) de estas vaquillonas IS de preñez tardía fue recibida por el sistema IS y se incluyó en el análisis económico. La cuarta vaquillona IS que experimentó pérdida fetal no fue re-preñada y se mantuvo en el sistema IS, fue terminada y se recogió su parición juntamente con sus compañeras IS preñadas.

Fase III: Del parto a la recolección de la parición

La parición para las vaquillonas IS fue difícil, 9 de las 22 vaquillonas IS (41%) experimentaron distocia y requirieron asistencia (Tabla 9), de la cuales, 3 requirieron asistencia de mayor esfuerzo. 50% de todos los terneros nacidos tuvieron una escala de fácil parición de 2 o más. Las madres que dieron a luz a terneros machos experimentaron una mayor dificultad de parición que las madres que tuvieron una progenie hembra ($P < 0,05$); 56% de terneros machos y 44% de terneras hembras tuvieron una escala de 2 o más debido a la dificultad de parición. Los problemas de distocia probablemente se debieron a la selección del progenitor más que a la edad o tamaño de la vaquillona. Los dos toros Black Angus cuyo semen fue recolectado en el año YI y envasado para AI no difieren en las escalas de facilidad de parición ($P=1,0$). Los dos toros tuvieron BW EPDs de 0,5 y 1,5 con precisiones de 0,82 y 0,37 al momento de la selección para este estudio. Sin embargo, en la siguiente estación de cría los EPDs ara BW para los dos progenitores aumentó a 2,3 y 4,1 con precisiones de 0,92 y 0,87

respectivamente. El peso de nacimiento no afectó estadísticamente las escalas de facilidad de parición ($P=0,41$), pero tuvo una correlación positiva con CE ($P< 0,05$). Se cree que los pesos de los terneros nacidos fue el factor impulsor de la distocia dado que el peso del recién nacido estuvo en un promedio de 40 $\pm$ 4,7 kg. Las escalas más altas de la facilidad de parición probablemente afecta las cualidades del ternero. Este estudio mostró que no existe efecto de CE en la patología del ternero, ADG o pesos de destete. Sin embargo, el pequeño número de muestras (20 terneros) impone un problema para el análisis estadístico y una conclusión de que CE no tiene efecto sobre estos factores pudiendo esto dar una conclusión errónea e inapropiada.

Doce de los 20 terneros (60%) que nacieron fueron hembras (Tabla 9). Once de los 6 terneros (69%) concebidos a partir de semen seleccionado en base al cromosoma X fueron hembras y los 3 terneros concebidos a partir de semen no seleccionado por sexo fueron toros (100%) y además el único ternero nacido a partir de un servicio natural fue hembra (100%). Seidel y otros (87) informó que el 86% de terneros concebidos a partir de semen seleccionado por sexo son del sexo deseado. El resultado de este juego de datos de que el 69% de los terneros concebidos a partir de semen seleccionado por sexo fue del sexo deseado, no es una adecuada replicación de su estudio dado que se utilizaron muy pocos individuos. El bajo porcentaje de sexo deseado no fue esperado como el porcentaje verdadero de esperma de cromosoma X que varió del 86 al 92% para las tandas o grupos de semen utilizado en el estudio.

Los terneros IS experimentaron un 35% de mortalidad y un 15% adicional experimentó patologías. Dos de las siete muertes ocurrieron como resultado de distocia y la muerte ocurrió en el nacimiento o próximo al nacimiento. Dos muertes se debieron a accidentes y los tres terneros restantes murieron como resultado

de difteria (diagnosticada por el veterinario local). La morbosidad o patología puede haber resultado de inadecuadas instalaciones de parición. Las vaquillonas IS parieron en un corral seco en el lote o corral de alimentación. El manejo del abono o estiércol del corral no fue satisfactorio y la profundidad del estiércol provocó la falta de limpieza de las ubres lo que hizo que se encontraran en un estado menos que óptimo. El manejo del parto puede ser uno de los desafíos mayores del sistema integrado. El parto fuera de sincronía con otros miembros del rebaño provoca dificultades de trabajo. Adicionalmente, el parto entre noviembre y diciembre en una operación donde otros animales del lote de alimentación ocupan corrales genera dificultades adicionales si el espacio está limitado así como también contribuye a problemas de administración de los tiempos entre los empleados. Las condiciones del tiempo para la mayor parte, no afectó la mortalidad o patología del ternero en el caso de que los terneros murieron debido a enfermedades infecciosas en lugar de condiciones climáticas.

La alta incidencia de distocia es consistente con los datos informados por Boucque (11). El informo que vaquillonas SCH belgas blancas de 24 y 25 meses de edad preñadas con progenitores Charolais dieron como resultado procedimientos de cesárea en el 30 a 37,5% y el 15 al 25% de nacimientos o muertes dentro de las 24 horas después del parto. La alta incidencia de distocia fue probablemente debida al alto peso del ternero en el nacimiento (43,8 kg. y 43,9 kg.). Roux y otros (78) informo dificultades de parición similares en vaquillonas de 10 meses de edad Friesian y Friesian X Charolais que fueron preñadas con progenitores Aubrac y Angus; 39% fue asistido por un administrador y 5% requirió de intervención veterinaria. La incidencia de las dificultades en el parto también ha sido informada por Bailey (5) utilizando vaquillonas con sistema de preñez entrecruzado; la preñez con

progenitores Texas Longhorn tuvieron distocia en menos del 4% pero cuando se aparearon con progenitores Red Angus tuvieron 28% de distocia. Roux y otros (78) también encontraron que las vaquillonas que experimentan distocia tienen mediciones pélvicas significativamente menores que las vaquillonas que parieron sin asistencia. En el estudio corriente, las mediciones no pélvicas fueron registradas en el año YI; sin embargo, las mediciones pélvicas del año YII de las vaquillonas IS no fueron diferentes a las vaquillonas YII del sistema TRS; se puede especular que los resultados del año YI deberían haber sido similares. Coleou y otros (17) informó dificultades de parición muy similares al estudio corriente. En su estudio de vaquillonas Normando que parieron a los 19 meses de edad, el 31% requirió asistencia, el 14% experimentó una mortalidad pre-natal de los terneros y hubo un 29% de mortalidad total de los terneros antes de los tres meses de edad. Del mismo modo, estos terneros tuvieron altos pesos al nacimiento, de 38,5 kg.

Otros investigadores también han encontrado que las pérdidas de los terneros debidas a distocia dependen altamente del nivel de supervisión durante el parto (18). Simon y otros (91) informaron que bajo típicas condiciones de corral de alimentación "feedlot", las vaquillonas preñadas el corral mostraron un 29% de pérdida por muerte del ternero. Ellos también informaron que la alta incidencia de distocia se debe a una falta de instalaciones y condiciones de parto no favorables. Sin embargo, un productor debe utilizar la selección para optimizar tanto la facilidad de parto como el valor de la progenie de acuerdo con la habilidad de administración (13).

La vaquillona del Sistema Integrado y la calidad y comportamiento del ternero fue aceptable en el corral de alimentación y cría. Los pesos de destete de los terneros IS estuvieron en un promedio de 116 ± 26,1 kg. a 109 ± 16,7 días de edad y una ganancia diaria promedio total de 1,0 ± 0,08 kg. Las

ganancias diarias promedio para las vaquillonas IS variaron desde 1,6 $\pm$ 1,03 kg. durante la gestación tardía hasta la temprana lactancia y luego disminuyeron a 0,4 $\pm$ 0,34 kg. durante la lactancia tardía hasta el destete y aumentaron desde el destete hasta la recolección a 1,4 $\pm$ 0,31 kg. La ganancia diaria promedio sobre los 157 días del período de alimentación de la fase III para las vaquillonas IS fue de 1,4 $\pm$ 0,31 kg. Las características de las vaquillonas IS fueron claramente constantes en la totalidad de las vaquillas. Esto puede deberse al alto nivel de amamantamiento cruzado que se produjo, aun cuando la diferencia en la edad del ternero era alta, en donde cada madre probablemente produjo la misma cantidad de leche. Las vaquillonas que perdieron sus terneros en el nacimiento o muy cerca luego del nacimiento, continuaron su lactancia para ayudar a soportar los terneros de otras madres. Otros investigadores también han notado una alta incidencia del amamantamiento cruzado entre terneros SCH atrasados bajo condiciones de corral de cría y alimentación (13,35). El total de peso vivo producido desde las 22 vaquillonas IS finales y los terneros fue de 894 $\pm$ 65,7 kg. No se experimentó mortalidad o patologías en las vaquillonas IS durante la fase III.

Brethour y Jaeger (13) informaron que para cada día de demora en el destete, la ganancia del ternero fue de 0,54 kg. mientras que la ganancia de la madre se redujo en la cantidad equivalente. Ellos por lo tanto destetaron tempranamente a los terneros a las 10-12 semanas (70-90 días) de edad. Los datos corrientes también encontraron que a medida que la lactancia aumentaba para soportar mayor ganancia de peso del ternero, la ganancia de peso de la madre disminuía. Una vez que los terneros fueron removidos, la ganancia de peso aumentó en las vaquillonas IS. Sin embargo, debe notarse que solamente cinco animales experimentaron pérdida de peso en algún punto durante la fase III y la pérdida de peso nunca excedió los 0,6 kg. por día dentro de

un período de 28 días de peso. Esta pérdida de peso puede no haber sido del tejido del cuerpo y, en lugar de esto, puede ser atribuida a la carga de sus intestinos y estómagos, dado que los animales no ayunaron antes del pesaje ni los pesos fueron medidos dos días consecutivos para minimizar el efecto del llenado de los intestinos en los pesos.

Reiling y otros (74) administraron el post-parto SCH en un corral de cría y alimentación en un 85% de una dieta concentrada a 13,4% CP. Este notó que los terneros destetados a los 117 días de edad pesaban 159 kg. Sus resultados muestran un mejor comportamiento del corral de cría y alimentación que el estudio corriente, sin embargo, Reiling y colaboradores (74) destetaron los terneros a una edad mayor. Ellos también informaron que al momento del destete, el SCH tenía grasa subcutánea en una profundidad de 1,1 cm. de modo que, en el estudio corriente, la grasa posterior de la vaquillona IS fue de 0,27 cm. tal como se había determinado por ultrasonografía. En el estudio corriente, el SCH de post-parto fue administrado en una base de dieta concentrada al 96% al 11,8% CP. La diferencia en el comportamiento y calidad entre los dos estudios no puede ser explicada enteramente por la dieta. Sin embargo, la variación de la estación, las genéticas y la habilidad de lactancia pueden explicar algunas de estas diferencias. Brethour y Jaeger (13) encontraron que las características del SCH no son uniformes, y la comparación anterior demuestra la variabilidad en el sistema en relación con el tiempo, la genética y la administración.

Fase IV: Características de la res

La recolección de las vaquillonas IS se llevó a cabo a los 715 $\pm$ 15,0 días de edad (24 meses) pesando 613 $\pm$ 46,1 kg. El personal de la Universidad del Estado de Colorado y un graduador de la USDA midió las desviaciones estándar y media de las

características de la res (KPH, espesor de grasa, grado de marmolado, área del ojo de costilla, escalas de madurez de la carne magra, y escalas de madurez del hueso) (Tabla 11). Ocho de las 22 vaquillonas IS recibieron una calificación de madurez de hueso de B. Sin embargo, todas tenían una calificación de madurez de carne magra de A (Tabla 10), y sólo cuatro de las 8 reses tuvieron en total calificaciones de madurez B. Estos resultados soportan la teoría propuesta por otros investigadores, que la preñez y la lactancia afectan la osteofijación del hueso en un mayor grado que las calificaciones de madurez de la carne magra (Tabla 12). Field y otros (76) informaron la tendencia más exagerada; 18 cabezas de 33 meses de edad SCH tenían un grado de madurez magra A pero una madurez de hueso C. De acuerdo con la USDA (103), las reses con madurez magra o de esqueleto C permanecerán con una madurez C independientemente de la otra calificación fisiológica. La madurez total permaneció en un grado de madurez C. Waggoner y otros (105) informaron que los índices promedio de madurez total de la res de la SCH fueron B (105 $\pm$ 3,0), la calificación de madurez de hueso de B (116 $\pm$ 3,6), y la calificación de madurez magra fue de A (80 $\pm$ 3,2) con solamente 3 reses de las 84 que fueron reportadas con una madurez de C. Field y otros (26) informaron que la paridad no afecta la firmeza magra. Sin embargo, el color magro tiende a ser más oscuro a medida que el animal es mayor tomado en base a los años de las vaquillonas vírgenes hasta las vaquillonas vírgenes de dos años de edad. La preñez de una SCH de 30 meses de edad dio como resultado un color magro más ligero que las vaquillonas vírgenes de 2 años de edad. Algunos estudios informaron que las hembras vírgenes tenían mayores índices de madurez en el color de la carne magra (5,74,104,105). Hemesmeyer y otros (35) informaron que las vaquillonas SCH lactantes tenían mayores índices de madurez de carne magra que las vaquillonas de la misma edad que no eran vírgenes pero tenían índices de madurez de hueso que no

diferían entre ellas. Por lo tanto, los índices totales de madurez fueron mayores en las vaquillonas SCH que en las vaquillonas abiertas. En contraste, otros datos de investigación no encuentran diferencia entre el color de la carne magra de las vaquillonas SCH y de las vaquillonas vírgenes (10,14,26,78). En el estudio corriente, el efecto de la preñez y la lactancia como factores separados sobre la madurez del hueso y de la carne magra no resultarían accesibles dado que las vaquillonas IS que pierden a sus terneros continuaron en lactancia como resultado del amamantamiento cruzado.

Las vaquillonas del sistema IS tuvieron un promedio de grado pequeño de marmolado (Tabla 11). De las 17 reses que recibieron índices de madurez total del grado A, 14 reses recibieron grados de calidad de elección, y 3 reses recibieron grados de calidad selecta (Tabla 10). De las 5 reses que recibieron un índice de madurez total de grado B, una de las reses tuvo suficiente marmolado (Modest^o) para permanecer en el grado de calidad de elección. Las otras cuatro reses recibieron un grado de calidad estándar como resultado del grado pequeño o "Small" de marmolado. Estas cuatro reses recibieron descuentos financieros de \$11,87 por cwt (Tabla 5). Otros descuentos recibidos incluyeron 9 de las 22 carcasas con YG de \$3 a \$1,0/cwt y 2 de las 22 reses con YG de 4 a \$20/cwt. Consecuentemente, una de las reses que recibió YG 4 también tuvo un índice de madurez de res B. Una de las 2 reses YG 4 tuvo el grado mínimo de marmolado como para permanecer dentro del grado de calidad de elección. Sin embargo, dado que el descuento para la YG 4 es mayor que para un res estándar, no se deben mantener los animales en alimentación durante mucho tiempo para intentar aumentar la grasa intramuscular a los fines de pasar la madurez de grado B de la res que resulta en un grado estándar. Además las otras reses que recibieron YG 4 también recibieron grado de calidad estándar y el descuento para estas reses particulares fue de \$36,87/cwt.

Las vaquillonas IS tuvieron depósitos intramusculares adecuados y la mayoría tuvo el grado de calidad de elección. Sin embargo, debido a la influencia de la madurez B, 4 reses recibieron el grado estándar. La ocurrencia de las reses estándar es de principal preocupación económica dado que estas reses recibieron un descuento de \$11,87/cwt bajo el precio base y las reses de calidad de elección recibieron premios de solamente \$0,97/cwt sobre el precio base (Tabla 5). Con esta grilla particular, tomaría alrededor de 12 reses tipo elección para compensar los descuentos de una única res tipo estándar del mismo grado de producción y peso. La USDA (103) hizo un cambio en el rol del cual juega la madurez B en grados de calidad. Corrientemente, las reses de madurez B con menos que el grado "Modest" de marmolado recibirán el grado estándar; aquellas reses con al menos el grado "Modest" de marmolado recibirán el grado de elección o un mejor grado. El nuevo estándar de graduación puede aumentar la incidencia de las vaquillonas de grado estándar (75) a partir de los estudios llevados a cabo sobre ensayos SCH en el pasado. El grado estándar de una res está asociado con descuentos y puede representar un importante impacto económico en la rentabilidad de la alimentación SCH (26,74,100,105).

En el estudio corriente, solamente 1 de 4 reses de madurez B permaneció con el grado de calidad de elección debido al grado "Modest" de marmolado, por lo que antes del cambio de estándar de grado, las 4 reses hubieran tenido un grado tipo elección. Del mismo modo, muchos estudios anteriores que informaron acerca de una alta incidencia de las reses de tipo elección resultarían ahora en un grado inferior de estándar. Hermesmeier y otros (36) informaron que el 74% de las SCH recibieron el grado Elección de la USDA, YG 3. Del mismo modo, Reiling y otros (75) informaron que aproximadamente el 50% de las SCH deberían haber recibido el grado Elección de la USDA bajo los viejos estándares de grado de la USDA (102). Sin embargo, bajo

los estándares corrientes de la USDA (103) el porcentaje de vaquillonas que recibirían el mismo grado disminuiría a alrededor del 40%.

Los resultados de este estudio son similares a las características de las reses encontradas por muchos otros estudios del sistema SCH (Tabla 12), aun cuando los animales tenían 24 meses de edad en comparación con los 30 meses de edad de las vaquillas. Sin embargo, diversos estudios han informado algunos índices de madurez de res de grado C (26,74,75,105). En el estudio corriente, no se produjo ninguna incidencia de la madurez C. De manera similar, Brethour y Jaeger (13) y Waggoner (105) no encontraron reses con índices de madurez de res de C.

Fuerza de corte Warner-Bratzler y panel de degustación sensitivo

Waggoner y otros (105), Joseph y Crowley (42), y Bond y otros (10) informaron que la capacidad de liberar jugo y el sabor no se vieron afectados por la paridad ni tampoco por la terneza del panel sensitivo. Waggoner y otros (105) informaron que los panelistas sensitivos encontraron que la terneza total y miofibrilar, el tejido conectivo detectable eran mayor para las vaquillonas vírgenes primales que para las SCH o las vaquillonas vírgenes de dos años de edad. Los valores WBS fueron mayores para las vaquillonas SCH que para las vaquillonas vírgenes. Por lo tanto, la parición tuvo un efecto negativo en la terneza. La edad aumentó el tejido conectivo detectable por el panel sensitivo y el efecto combinado de la edad y la parición disminuyeron la terneza en las vaquillonas vírgenes primales. Sin embargo, las características de terneza y palabilidad no han diferido entre las vaquillonas vírgenes de dos años de edad y las SCH. Por lo tanto, el sistema SCH dio como resultado una palabilidad de la carne comparable con la vaquillonas vírgenes de una edad similar

tal como fue determinado por los panelistas degustadores. Vincent y otros (104) informaron que las SCH no diferían en las escalas o rangos del panel sensitivo excepto para las más viejas SCH (33 meses de edad), que tenían mayor tejido conectivo. Joseph y Crowley (42) terminaron las vaquillonas vírgenes Hereford cruzadas y las SCH en pastura e informaron que las vaquillonas que habían parido parecían ser tan aceptables a los panelistas como las vaquillonas vírgenes y ambas fueron casi tan aceptables como los novillos. No hubo una diferencia significativa en la terneza, en el jugo o el sabor entre las vaquillonas vírgenes y la vaquillonas SCH. En el estudio corriente, ocho panelistas le asignaron un rango a la carne a las vaquillonas IS bastante aceptable. En una escala de 8 puntos, los panelistas le adjudicaron a los churrascos de jugo moderado (6 "0.99), moderados en terneza de fibra muscular (6 "1,1), cantidades detectables de tejido conectivo presente (6 "1,1), moderado en su terneza total (6 "0,95) y un sabor que es ligeramente detectable (1 "0,61).

La clasificación de la madurez de la res como grado A o B no afectaron ninguna de las características del panel de degustación evaluadas ($P > 0,3$). Aunque el aumento de la madurez de la res está asociado con una disminución en la terneza, jugo, y un aumento en la intensidad de sabor y falta de sabor, Hilton y otros (37) encontraron de manera similar una posición dentro de un grupo de madurez que tenía un efecto negativo en la palatibilidad. Del mismo modo, otros investigadores han informado que las características del panel degustador no se diferenciaron entre los grados A y B de la madurez de res (99). En contraste con estos estudios y el estudio corriente, Smith y otros (93,94) informaron que los churrascos de reses de madurez A y B dentro de iguales escalas marmoladas, fueron significativamente diferentes. La correlación entre las clasificaciones de madurez A y B no son claras y estudios de investigación adicionales han provisto

evidencias que han contribuido a la confusión de la discrepancia entre la palatabilidad y las clasificaciones de madurez A y B. Sin embargo, los efectos combinados del marmolado y la madurez, se cuentan entre un 30 a un 40% de la variación observada en la terneza, el 26% de la variación en el jugo y el 15% de la variación en el sabor (37).

Todos los 22 churrascos provenientes de las vaquillonas del sistema IS fueron tiernos. El promedio de la fuerza de corte Warner-Bratzler (WBS) tuvo un valor que fue de 2,9 $\pm$ 0,9. No se produjo una incidencia de los churrascos duros durante el estudio corriente dado que los churrascos no excedieron el valor WBS de 4,5 (89). Se concluye por lo tanto que los churrascos provenientes de vaquillonas SCH de 24 meses de edad manipulados de acuerdo con el sistema IS le proveyeron a los consumidores un producto altamente apetitoso.

Fase V: Análisis económico

Se llevó a cabo el análisis económico de cada fase para determinar la ganancia/pérdida neta. La fase I (Tabla 13) del año YI tuvo una pérdida neta de \$28.800,49, debida principalmente a la inversión de vaquillonas IS (\$15.540,64) y tres vacas para androgenización (\$1.470). La preñez y crianza fue el segundo gasto más costoso a \$3.210,74 seguidos por los costos de alimentación (\$8.697,39). La ganancia (\$2.591,48) en la fase I fue generada por las vacas androgenizadas desechadas y las vaquillonas IS lo que se debió a pobres características del lote de alimentación (ventas).

La ganancia de la fase II (Tabla 14) fue generada por la venta de 18 vaquillonas IS que habían fallado en quedar preñadas. Estas vaquillonas fueron vendidas inmediatamente luego de la verificación de preñez final, y se vendieron a \$11.880. Los gastos totalizaron \$1.860,69. El alquiler de pasturas fue de \$13

por AUM y cada vaquillona IS fue considerada 0,65 AUM. Las 18 vaquillonas IS abiertas permanecieron en la pastura con sus contrapartes preñadas durante alrededor de 1 a 2 meses. Las 25 vaquillonas IS preñadas permanecieron en la pastura durante alrededor de 6 2 meses. La ganancia neta para la fase II fue \$10.019,31. La fase III (Tabla 15) tuvo una ganancia neta de \$18.866,02. Los principales gastos incluyeron pérdidas por muerte de partos de las vaquillonas IS (\$2.415,60) y costos de alimentación (\$6.202,31). La fuente principal de ganancia fue creada por 22 vaquillonas IS que fueron alimentadas hasta el final y se recolectaron sus crías. Estas vaquillonas fueron comercializadas de acuerdo con el mérito de la res (Tabla 5). La ganancia creada (\$21.510,53) por las vaquillonas IS se dispone en una categoría de acuerdo con el mérito de la res en la Tabla 16.

El sistema IS no fue más rentable que el sistema de manejo tradicional de vaquillonas no reemplazadas en donde las crías de las vaquillonas son destetadas a una edad tradicional de 200 días y vendidas inmediatamente luego del destete (Tabla 17). La ganancia bruta de las TMS fue de \$21.834,80 generada por la venta de 43 TW crías a \$88/libras. El gasto de las TMS fue el costo de las vacas. El costo de las vacas se calculó tomando los costos de vacas de los últimos cinco años en el ECRC y sacando un promedio (\$19.352,58) que se multiplicó por 43 crías TMS seguido. La diferencia entre el sistema IS y el TMS fue de \$3.944,67 a favor del TMS. Sin embargo, en las simulaciones (Tabla 18) a un rango de 58% de preñez, la supervivencia de los terneros aumentó la diferencia a \$3.679,36 a favor del sistema IS. Este resultado demuestra la importancia económica de la supervivencia del ternero. Disminuyendo el número de pariciones que murieron de 27% a 2%, el rendimiento aumentó en \$7.624,03. Es por lo tanto evidente que el manejo de los partos debe tener una prioridad en la fase final del sistema. Tal como se indicó anteriormente, este período de tiempo y el nivel de supervisión requeridos pueden

provocar problemas de manejo en las labores. De aquí que los productores individuales deberían evaluar la adopción de este sistema de acuerdo con las capacidades de administración.

Las simulaciones (Tabla 18) mostraron que bajo estas consideraciones, el sistema IS puede ser rentable por sobre el sistema TMS. Los números más apropiados para evaluar el sistema son aquellos asociados con el rango de reproducción de 80%. Este rango es el más aceptable como rango de preñez y podría probablemente ser conseguido con el sistema IS con un desarrollo e investigación adicionales dentro del proyecto. Con este rango de preñez, la ganancia por encima del sistema TMS podría ser de \$7.321,37. Sin embargo, lograr este rango de preñez puede ser o puede no ser conseguido. Las simulaciones no incluyeron costos por labor durante la estación de parición ni incluyeron costos de interés o costos de oportunidad. Las simulaciones reportadas en este estudio deberían por lo tanto ser interpretadas con cuidado, dado que la rentabilidad ciertamente caería si se incluyeran estos factores.

Implicancias

El sistema integrado en el cual se incorporan el destete temprano y el semen seleccionado por sexo dentro del sistema de vaquillonas y único ternero, es un sistema acelerado que permite que un ternero nazca de una vaquillona que está destinada al matadero a los 24 meses de edad. El sistema IS depende de conseguir una pubertad temprana que permita que una vaquillona IS se considere en cría a los 10 meses de edad. Un factor fuertemente limitante del sistema es la habilidad o la inhabilidad de una vaquillona a esa edad de resultar preñada. La satisfacción del consumidor no será perjudicada por la carne que proveen las vaquillonas IS dado que el producto final es altamente apetitoso a un panel degustador y muy tierno de acuerdo

con la fuerza de corte Warner-Bratzler. Si se puede conseguir un alto rango de reproducción y la mortalidad de los terneros se mantiene en un mínimo, se puede conseguir una gran rentabilidad en comparación con la venta de vaquillonas no reemplazables inmediatamente luego del destete en una edad tradicional. Aunque el sistema IS tiene el potencial de ser rentable y provee productos finales de calidad para el consumidor, la adopción del sistema en una operación debería ser evaluada sobre bases individuales de acuerdo con la habilidad de la administración.

TABLA 1. Tiempos de Investigación, fecha de cada fase y edad correspondiente de vaquillas del Sistema Integrado.				
Fase I ¹ :Destete-Crianza	Año I		Año II	
Edad ingreso (d)	109 ± 15.0	07/28/1999	116 ± 10.5	08/07/2000
Edad egreso (d)	322 ± 15.0	02/26/2000	316 ± 10.5	02/27/2001
Días Alimentación PI	213		200	
Fase II ² :Crianza-Parición				
Edad Ingreso (d)	320 ± 12.7	02/26/2000	316 ± 10.5	02/27/2001
Edad egreso (d)	573 ± 12.7	11/8/2000	-	-
Total días	253		-	-
Fase III ² :Parición-Recolección				
Edad ingreso (d)	573 ± 12.7	11/8/2000	-	-
Edad egreso (d)	719 ± 12.7	04/05/2001	-	-
Total días	146		-	-
¹ Datos basados en vaquillas Sistema Integrado original en estudio.				
² Datos basados en 22 vaquillas finales del Sistema Integrado. Estas vaquillas concivieron, se alimentaron hasta terminar y se recolectaron las crías. Datos reportados solo para año YI dado que datos del año YII no fueron recolectados.				

TABLA 2. Tendencia estacionales de ingreso, fibra cruda, y proteina cruda de pastura natural evaluada por corte. ^a												
	Prairie Sand Reed			Sand Bluestem			Blue Grama			Sun Sedge		
	% Dieta (DM)	Fibra Cruda %	Protei. Cruda %	% Dieta (DM)	Fibra Cruda %	Protei. Cruda %	% Dieta (DM)	Fibra Cruda %	Protei. Cruda %	% Dieta (DM)	Fibra Cruda %	Protei. Cruda %
Oct.-Nov.	1.1	38.2	2.8	0.5	32.4	3.7	31	25.5	5	1	30.5	6.1
Dic.	1	36.8	2.5	0	33	3.5	71	29.3	4	1	32.15	5.6
Ene	3.5	37	2.6	0.5	34.9	3.7	73.5	29.95	3.7	2	31.9	5.5
Feb.	2.5	35.7	2.8	0.5	35	2.8	62.5	31.15	4.2	1	27.4	6.8
Marzo	4.5	39.15	2.5	0	38.5	3.8	37.5	30.9	5	1.5	24.35	5.7
Abril	4	38	3	0	35.5	4.3	13	27.15	5	1	28.3	9.3
Mayo	0.3	33.65	16.6	0	35.6	4.5	0.4	29.1	7	1.5	24.1	14
Junio	68	35.3	13.6	3.8	30.9	12.8	0.5	28.7	10.2	9.1	22.45	12.6
Final Junio	64	38.27	11	14	36.48	10.9	2	30.32	8.5	0	27.29	10.5
Julio	75	35.69	7.7	12	33.16	9	7	30.32	7.9	1	27.71	9.6
Agosto	66	36.73	7.2	9	29.37	7.9	14	30.63	7.5	0	27.43	8.4
Sept.	32	35.41	6.3	22	31.46	6.4	35	30.71	5	1	28.03	6.7
Late Sept.	34	35.13	6.1	0	30.76	5.9	43	30.91	4.3	0	28.42	5.7
Oct.	1	31.02	3.4	0	33.23	3.6	39	32.47	3.1	2	29.95	5.4
Denham (1965).												

91

128

TABLA 2. Continuación. Tendencia estacionales de ingreso, fibra cruda, y proteína cruda de pastura natural evaluada por corte. ^a												
	Espigas-Fibras			Western Wheatgrass			Maleza			Otros		
	% Dieta (DM)	Fibra Cruda %	Protel. Cruda %	% Dieta (DM)	Fibra Cruda %	Protel. Cruda %	% Dieta (DM)	Fibra Cruda %	Protel. Cruda %	% Dieta (DM)	Fibra Cruda %	Protel. Cruda %
Oct-Nov	56.5	35.3	4.8	2	35.6	3.2	6	25.2	6.5	2	-	-
Dic.	21	34.8	4.3	4	33.45	2.2	1	28.3	5.4	1	-	-
Ene.	16.5	36.85	3.4	0	33.65	2.7	1	26.85	5.1	3	-	-
Feb.	26.5	33.15	3.7	2	27.65	3.2	1	27	5.6	4	-	-
Marzo	35.5	34.55	3.8	18.5	33.1	4.4	0	29.2	4.7	2.5	-	-
Abril	61	29.8	8.2	21	33.3	7.1	0	31.6	8	0	-	-
Mayo	33	28.7	12.3	63.2	24.9	17.3	0.4	22.6	18.8	1.2	-	-
Junio	10.9	31.85	10.5	0.5	35	12.5	2.6	20.1	19.8	4.6	-	-
Final Junio	4	36.01	8.3	10	34.3	14.1	4	25.36	12.9	2	-	-
Julio	2	33	8.8	1	31.85	12.8	1	25.1	14	1	-	-
Agosto	2	32.3	9.5	0	29.7	11.4	1	23.39	11.6	8	-	-
Sept.	1	34.04	6.3	0	29.6	8.1	3	20.95	10.2	6	-	-
Final Sept.	6.5	33.83	6.2	7	25.2	9.9	6.5	18.44	10.2	3	-	-
Oct.	45	33.6	5.3	9	29.3	6	3	23.7	6.6	1	-	-
^a Denham (1965).												

92

73

TABLA 3. Tendencias estacionales en proteína cruda y contenido TDN de forraje triticale evaluado por corte ^a .		
	Proteína Cruda (%)	TDN (%)
Febrero	21.1	74.2
Junio	19.4	75.3
^a Mount (2000).		

TABLA 4. Tendencias estacionales en fibra cruda y proteína cruda de cortes de pastura natural como resultado del aporte estacional variable ^a .																				
Año YI, Fase I											Año YII, Fase II									
	Final					Final										Final				
	Sept.	Sept.	Oct.	Oct-Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Junio	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Sept.	Oct.	Oct-Nov.	Dic.	
% Dieta (DM)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Fibra Cruda %	30.25	30.40	32.04	30.96	30.42	30.47	30.42	32.10	30.50	25.88	31.53	36.09	34.38	32.05	30.25	30.40	32.04	30.96	30.42	
Proteína Cruda %	5.61	5.68	4.47	4.83	3.97	3.55	3.88	4.24	7.36	15.36	12.65	10.99	7.95	6.82	5.61	5.68	4.47	4.83	3.97	
^a Adaptado de Denham (1965).																				

187

TABLA 5a . Precio formulado* de año YI reses vaquillas Sistema Integrado a precio de mercado (\$/cwt).										
		Prime	Elección	Select	Standard	Comercial	Utilidad	Enlatada	Corte negro	Madurez B
		6.97	\$0.97	(1.87)	(\$11.87)	(\$25.00)	(\$75.01)	(\$75.01)	(\$22.84)	(\$11.87)
BASE	\$127.01									
1	\$3.00	136.98	130.98	128.14	118.14	105.01	55.00	55.00	107.17	118.14
2	\$1.50	135.48	129.48	126.64	116.64	103.51	53.50	53.50	105.67	116.64
3	(\$1.00)	132.98	126.98	124.14	114.14	101.01	51.00	51.00	103.17	114.14
4	(\$20.00)	113.98	107.98	105.14	95.14	82.01	32.00	32.00	84.17	95.14
5	(\$25.00)	108.98	102.98	100.14	90.14	77.01	27.00	27.00	79.17	90.14

*Precio formulado por cien libras.

94

TABLA 5b . Precio formulado* de año YI reses vaquillas Sistema Integrado en términos métricos (\$/100 kg).										
		Prime	Elección	Select	Standard	Comercial	Utilidad	Enlatada	Corte negro	Madurez B
		\$15.37	\$2.14	(\$4.12)	(\$26.17)	(\$55.12)	(\$165.37)	(\$165.37)	(\$50.35)	(\$26.17)
BASE	\$280.01									
1	\$6.61	301.99	288.76	282.50	260.45	231.51	121.25	121.25	236.27	260.45
2	\$3.31	298.68	285.45	279.19	257.15	228.20	117.95	117.95	232.96	257.15
3	(\$2.20)	293.17	279.94	273.68	251.64	222.69	112.44	112.44	227.45	251.64
4	(\$44.09)	251.28	238.06	231.79	209.75	180.80	70.55	70.55	185.56	209.75
5	(\$55.12)	240.26	227.03	220.77	198.72	169.78	59.52	59.52	174.54	198.72

*Precio formulado por cien kg.

18

TABLA 6. Características de vaquillas del Sistema Integrado y de Reemplazo Tradicional antes de la sincronización y al momento de la inyección de prostaglandina.								
	1 mes antes de MGA				A l momento de inyección PGF			
	Edad (d)	Peso (kg)	WDA (kg/d)	Ciclo (%)	Edad (d)	Peso (kg)	WDA (kg/d)	Ciclo (%)
YI IS	216 ± 15.0 ^a	314 ± 28.0 ^c	1.2 ± 0.09 ^b	20 ^b	278 ± 15.0 ^a	341 ± 28.3 ^c	1.2 ± 0.09 ^c	81 ^a
YI TRS	252 ± 2.8 ^a	332 ± 25.6 ^d	1.0 ± 0.04 ^a	8 ^a	314 ± 2.8 ^a	293 ± 31.7 ^a	0.9 ± 0.10 ^a	NA
YII IS	228 ± 10.5 ^b	296 ± 32.8 ^b	1.3 ± 0.24 ^a	0 ^a	291 ± 10.5 ^b	348 ± 31.8 ^c	1.2 ± 0.10 ^c	76 ^a
YII TRS	252 ± 8.0 ^a	259 ± 43.5 ^a	1.0 ± 0.17 ^a	28 ^b	316 ± 8.0 ^c	314 ± 20.2 ^b	1.0 ± 0.06 ^b	NA
^{a,b,c,d} en una columna con diferentes índices difieren (<i>P</i> < 0.05).								

186

TABLA 7. Características de vaquillas del Sistema Integrado al comienzo de pubertad ¹ .		
	YI	YII
Vaquillas totales Sistema Integral	43	38
Comienzo pubertad		
Número primeros calores	35	29
Edad (d)	248 ± 31.4	313 ± 54.1
Peso (kg)	316 ± 42.9	329 ± 56.8
Comienzo pubertad < 9 meses edad		
Número primeros calores	23	6
Edad (d)	233 ± 27.1	227 ± 31.3
Peso (kg)	296 ± 36.9	262 ± 82.4
Comienzo pubertad > 9 meses edad		
Número primeros calores	13	23
Edad (d)	279 ± 6.0 ^a	335 ± 30.9 ^b
Peso (kg)	355 ± 21.4	347 ± 31.8
¹ Comienzo pubertad determinado por progesterona en suero (> 1ng/ml).		
^{a,b} Categoricos en la misma hilera con distintos indices difieren (P< 0.01).		

187

TABLA 8. Rangos de reproducción en vaquillas del Sistema Integrado en año YI e YII.		
	YI	YII
Vaquillas del Sistema Integrado	43	38
Número de ciclos de vaquillas del Sistema Integrado	35	29
Aparto en tiempos fijos		
Vaquilla preñada	8	3
Rango Preñez vaquillas en ciclo	23%	10%
Rango preñez de todas las vaquillas	19%	8%
Estación Pos-cría		
Vaquillas preñadas	.25	6
Rango preñez vaquillas del ciclo	71%	21%
Rango preñez de todas las vaquillas	58%	16%

TABLA 9. Parto y preguente de vaquillas del Sistema Integrado año YI.			
Método Madre Apurada	Partos vaquillas		Todos los partos
	Partos vaquillas	Partos c/foros	partos
Todos los métodos	12 (60%)	8	20
Semen por sexo(Al)	11 (69%)	5	16
Semen no por sexo(Al)	0 (0%)	3	3
Servicio natural	1 (100%)	0	1
Características ternero al nacer			
Peso del nacido (Kg)	36 ± 10.7 ^a	40 ± 4.3 ^a	39 ± 4.6
Facilidad de parto ¹	1.3 ± 0.49 ^a	2.2 ± 0.75 ^b	1.6 ± 0.70
Vigor ternero ²	1.7 ± 1.13 ^a	1.8 ± 1.17 ^a	1.7 ± 1.13

¹1= sin asistencia; 2=asistido, fácil; 3=asistido, muy difícil.

²1=asistido inmediatamente, salud ternero fuerte; 2=asistido por el mismo, pero tomó algún tiempo.

^a en una fila con distintos índices difieren (P < 0.05).

86

TABLA 10. Características de res de vaquillas individuales del Sistema Integrado en año YL														
Animal ID	Madurez Hueso ^a	Madurez Magra ^a	Madurez Total ^a	Grado de Marmolado ^b	HCW (kg)	PYG	Ajustado PYG	Ajustada Grasa (cm)	REA (cm ²)	KPH (%)	Calculado		Grados USDA	
											Grado Calidad	Grado Produc.	Grado Calidad	Grado Produc.
152	70	60	65	390	724	3.3	3.3	0.52	13.3	1.5	Ch	2.60	Ch	3
155	90	100	95	610	756	2.5	2.6	0.24	11.4	1.5	Ch	2.62	Ch	2
108	80	80	80	570	762	3	3.1	0.44	13.1	2	Ch	2.70	Ch	2
110	80	100	90	410	746	3	3.2	0.48	13	2	Ch	2.77	Ch	2
167	130	60	95	460	888	3.3	3.3	0.52	14.9	2	Ch	2.81	Ch	3
165	60	80	70	360	791	3.5	3.3	0.52	13.5	2	Ch	2.89	Ch	2
179	110	70	90	480	929	3.5	3.5	0.6	15.4	2	Ch	3.00	Ch	3
192	70	70	70	420	777	3.5	3.6	0.64	14	2.5	Ch	3.07	Ch	3
134	60	70	65	460	821	3.2	3.3	0.52	13.3	2.5	Ch	3.16	Ch	3
151	70	70	70	500	820	3.3	3.3	0.52	12.9	2.5	Ch	3.29	Ch	3
186	120	50	85	520	828	3.3	3.4	0.56	13.1	2.5	Ch	3.35	Ch	3
131	180	90	135	410	848	3.8	3.9	0.76	14.8	2.5	Ch	3.39	Ch	3
127	80	110	95	430	848	3.3	3.4	0.56	11.5	1.5	Ch	3.74	Ch	3
180	60	80	70	520	733	3.7	3.7	0.68	11.6	2.5	Ch	3.77	Ch	3
195	70	70	70	440	766	4	4	0.8	12	2	Ch	3.97	Ch	3
137	170	60	115	450	911	4.3	4.3	0.92	13.7	2	Ch	4.28	Ch	3
177	140	60	100	500	836	4.8	4.8	1.12	14.5	2.5	Ch	4.34	Ch	4
138	80	70	75	340	751	2.7	2.7	0.28	15.3	1	Se	1.36	Se	2
213	70	90	80	380	698	2.7	2.8	0.32	12.5	1	Se	2.15	Se	2
163	60	70	65	350	760	2.8	3	0.4	12.2	2	Se	2.88	Se	2
143	180	80	130	380 ^c	778	3	3.3	0.52	14.4	2	St	2.55	Se	2
205	160	60	110	430 ^c	737	5	3	0.4	11.9	2	St	2.89	Ch	2
0-99=A ^o -A ^{pp} ; 100-199=B ^o -B ^{pp}														
300-399=Slight ^o -Slight ^{pp} ; 400-499=Small ^o -Small ^{pp} ; 500-599=Modest ^o -Modest ^{pp} ; 600-699=Moderate ^o -Moderate ^{pp}														

189

TABLA 11. Características de res de vaquillas del Sistema Integrado en año YI de acuerdo con clasificación de escala de madurez de res.												
	n	HCW (kg)	Aderezo (%)	Madurez Hueso ^a	Madurez Magra ^a	Madurez Total ^a	Marmolado	Ajus. Grasa (cm)	REA (cm ³)	KPH	Grado Calidad	Grado Produc.
"A"												
Madurez	17	357 ± 27.5	60 ± 2.5	80 ± 21.2	76 ± 15.8	78 ± 1.3	449 ± 77.1	1.28 ± 0.361	84.64 ± 7.991	1.94 ± 0.496	Small ⁹⁰	2.95 ± 0.623
"B"												
Madurez	5	373 ± 30.2	61 ± 0.6	166 ± 8.8	70 ± 13.0	118 ± 10.5	434 ± 26.9	1.89± 0.526	89.42 ± 7.185	2.20 ± 0.219	Small ⁹⁰	3.49 ± 0.657
todas las vaquillas IS	22	361 ± 28.2	60 ± 2.2	100 ± 41.9	75 ± 15.4	87 ± 20.7	446 ± 70.4	1.42 ± 0.521	85.72 ± 7.980	2.00 ± 0.463	Small ⁹⁰	3.07 ± 0.687
0-99=A ⁰⁻⁹⁹ ; 100-199=B ⁰⁻⁹⁹												
300-399=Slight ⁰⁻⁹⁹ ; 400-499=Small ⁰⁻⁹⁹ ; 500-599=Modest ⁰⁻⁹⁹ ; 600-699=Moderate ⁰⁻⁹⁹												

68

TABLA 12. Revisión de investigación previa: características de res de vaquilla-ternero único.							
	n	Edad (mes)	Madurez Hueso ^a	Madurez Magra ^a	Madurez Total ^a	Marmola- do ^b	Grado Prod.
Field y otros (1997) Terneros de destete temprano (120 d)	18	33.2	202	59	200	390	3.30
Waggoner y otros (1990) Terneros de destete temprano (115 d)	52	30	116	80	105	500	2.00
Hermesmeier (1999a)							
Exp 1. Lactancia	6	28	119	111	115	449	3.05
Exp 2. Terneros de destete temprano (64 d, 89 d)	12	30	117	104	113	423	2.45
Exp 2. Lactancia	10	30	145	141	143	407	2.89
Reiling y otros (1995) Terneros de destete temprano (117 d)	29	27	98	68	82	475	3.08
Reiling y otros (1996)							
Exp 2. Terneros de destete temprano (111 d)	23	32	139	120	138	415	2.27
Exp 2. Terneros de destete temprano (111 d)	23	32	125	114	125	426	2.27
Exp 3. Terneros de destete Normal (211 d)	25	32	97	91	98	472	2.47
Exp 3. Terneros de destete Normal (211 d)	26	32	112	103	110	450	2.61
^a 0-99=A ⁰ -A ⁹⁹ ; 100-199=B ⁰ -B ⁹⁹ ; 200-299=C ⁰ -C ⁹⁹							
^b 300-399=Slight ⁰ -Slight ⁹⁹ ; 400-499=Small ⁰ -Small ⁹⁹ ; 500-599=Modest ⁰ -Modest ⁹⁹ ; 600-699=Moderate ⁰ -Moderate ⁹⁹							

19

TABLA 13. Resumen de Ingresos para año YI Fase I.				
GANANCIAS	#	WT	Precio	Total
	Cabeza	Promedio	Mercado	
Vaca Androgenizada desechada	3	16.44	\$44.00	\$2,170.08
Vendedores	2	4.9	\$43.00	\$421.40
TOTAL				\$2,591.48
INGRESO BRUTO				\$2,591.48
GASTOS	#	WT	Precio	Total
	Cabeza	Promedio	Mercado	
Hacienda				
Vaquillas IS	46	3.28	\$103.00	\$15,540.64
Vaca Androgenizada	3	14	\$35.00	\$1,470.00
Pérdida por muerte de vaquilla IS	1	3.28	\$103.00	\$337.84
TOTAL				\$17,348.48
Alimento	#	Aporte (ton)	Precio/ton	Total
	Cabeza			
Maíz	46	56.375	\$70.00	\$3,946.25
Alfalfa Heno		17.882	\$55.00	\$983.51
Alimento Medicado		0.088	\$265.13	\$23.33
Suplemento 517		13.372	\$185.00	\$2,473.82
Margen		84.6987	\$15.00	\$1,270.48
TOTAL		172.4157	\$590.13	\$8,697.39
Traslado	#	Rango	# Días Cabeza	Total
	Cabeza			
Cabeza ingreso	43	\$0.20	9988	\$1,997.60
Muerta	1	\$0.20	35	\$7.00
Vendida	2	\$0.20	340	\$68.00
TOTAL	46		10363	\$2,072.60
Salud	#	Rango		Total
	Cabeza			
Procesamiento	48	\$1.00		\$48.00
Drogas Hospitalarias		\$10.76		\$10.76
Cargos manejo	4	\$1.00		\$4.00
TOTAL				\$62.76
Costo crianza	#	Rango		Total
	Cabeza			
MGA	43	\$3.08		\$132.44
PGF	43	\$2.10		\$90.30
Costo selección Semen	83	\$20.00		\$1,660.00
Dosis Semen	83	\$12.00		\$996.00
Costo Técnico	83	\$4.00		\$332.00
TOTAL				\$3,210.74
COSTO OPERACIÓN TOTAL				\$31,391.97
GANANCIA/PERDIDA NETAS (Ingresos-gastos)				(\$28,800.49)

TABLA 14. Resumen de Ingresos para año YI Fase II.				
GANACIAS	#			Total
	Cabeza	Peso (cwt)		
Vaquilla IS abierta de desecho	18	10	\$66.00	\$11,880.00
INGRESO BRUTO				\$11,880.00
GASTOS				
Pastura	#			Total
	Cabeza	Arriendo/AUM	Meses	
	43	\$13.00	1.4	\$508.69
Vaquilla IS (.65 AUM)	25	\$13.00	6.4	\$1,352.00
TOTAL				\$1,860.69
COSTO OPERATIVO TOTAL				\$1,860.69
GANANCIA/PERDIDA NETAS (Ingreso-gastos)				\$10,019.31

TABLA 15. Resumen de Ingresos para año YI Fase III.

REVENUES

	#	WT	Precio	
	Cabeza	Promedio	Mercado	Total
Vaquillas IS de cría desechadas	3		\$650.00	\$1,950.00
Ternero IS liviano	1	1.2	100	\$120.00
Ternero IS pesado	13	3.3	\$122.00	\$5,233.80
Vaquilla IS terminada	22			\$21,510.53
TOTAL				\$28,814.33
INGRESO BRUTO				\$28,814.33

GASTOS

	#	WT	Precio	
	Cabeza	Promedio	Mercado	Total
Hacienda				
Pérdida por muerte de ternero IS	6	3.3	\$122.00	\$2,415.60
TOTAL				\$2,415.60

	#			
	Cabeza	Aporte (ton)	Precio/ton	Total
Alimento				
Maiz	22	41.101	\$82.50	\$3,390.83
Mijo Heno		1.533	\$62.50	\$95.81
Alfalfa Heno		8.52	\$120.00	\$1,022.40
Alimento Medicado		0	\$120.00	\$0.00
Suplemento 517		4.227	\$205.00	\$866.54
Margen		55.382	\$15.00	\$830.73
TOTAL				\$6,206.31

	#			
	Cabeza	Rango	# Días Cabeza	Total
Traslado				
Ingreso Cabeza	22	\$0.30	3212	\$963.60
Muerta	0	\$0.30	0	\$0.00
Vendida	0	\$0.30	0	\$0.00
TOTAL	22		0	\$963.60

	#			
	Cabeza	Rango		Total
Salud				
Procesamiento	46	\$1.00		\$46.00
Drogas hospitalarias				\$0.00
Gastos manipulación				\$0.00
TOTAL				\$46.00

	#			
	Cabeza	Rango		Total
Comercialización				
Transporte	22	12.95		\$284.90
Inspección marcaría	22	1.45		\$31.90
TOTAL				\$316.80
GASTO OPERATIVO TOTAL				\$9,948.31

GANANCIA/PERDIDA NETA (Ingreso-gastos)				\$18,866.02
---	--	--	--	--------------------

TABLA 16. Resultados de precio formulado de reses de vaquillas Integradas de año YI, en precio por 100 kg y precio por 100 lbs.									
QG y YG	Precio Por 100 kg	Cab eza	Peso (100 kg)	Total	QG y YG	Precio Por 100 lb	Cabeza	Peso (100 lb)	Total
Elección YG 2	285.45	6	21.17	\$6,042.83	Elección YG 2	129.48	6	46.67	\$6,042.83
Elección YG 3	279.94	8	29.58	\$8,281.64	Elección YG 3	126.98	8	65.22	\$8,281.64
Elección YG 4	238.06	1	3.79	\$902.23	Elección YG 4	107.98	1	8.36	\$902.23
Select YG 1	282.50	1	3.41	\$962.33	Select YG 1	128.14	1	7.51	\$962.33
Select YG 2	279.19	2	6.16	\$1,719.77	Select YG 2	126.64	2	13.58	\$1,719.77
Madurez B YG2	257.15	2	6.87	\$1,767.10	Madurez B YG2	116.64	2	15.15	\$1,767.10
Madurez B YG3	251.64	1	3.85	\$967.91	Madurez B YG3	114.14	1	8.48	\$967.91
Madurez B YG4	209.75	1	4.13	\$866.73	Madurez B YG4	95.14	1	9.11	\$866.73
TOTAL				\$21,510.53	TOTAL				\$21,510.53

103

TABLA 17. Comparación de ganancia neta del Sistema Integrado con el Sistema de Manejo Tradicional de vaquillonas de no-reemplazo.	
Sistema de Vaquillona Integrada	
Ganancia Bruta	\$43,285.81
Gasto	\$43,200.97
GANANCIA/PERDIDA NETA (<i>Ingreso-gastos</i>)	\$84.84
Sistema de Manejo Tradicional	
Ganancia Bruta ¹	\$21,834.80
Ganancia ²	\$19,352.58
GANANCIA/PERDIDA NETA (<i>Ingreso-gastos</i>)	\$2,482.22
Diferencia entre sistemas (<i>IS-TMS</i>)	(\$3,944.67)
¹ Ganancia bruta calculada multiplicando peso de destete promedio de partos tradicionales en YI por precio de mercado de \$88.00/cwt.	
² Gasto es igual al promedio de 5 años del costo de vacunos del rebaño ECRC.	
³ Precios basados en 43 cabezas de vaquillas.	

58

TABLA 18. Ganancia del Sistema Integrado como una función del rango de preñez.

Rango de Preñez	Preñez Total		Total	Ganancia/Vaquilla	Ganancia/Preñez
58%	25	Fase I	\$(28,800.49)	\$(626.10)	\$(1,152.02)
		Fase II	\$10,062.15	\$218.74	\$402.49
		Fase III	\$26,447.21	\$574.94	\$1,057.89
		Total	\$7,708.87	\$167.58	\$308.35
		Ganancia sobre TMS	\$3,679.36	\$85.57	\$147.17
60%	26	Fase I	\$(28,800.49)	\$(626.10)	\$(1,116.30)
		Fase II	\$9,448.05	\$205.39	\$366.20
		Fase III	\$27,392.41	\$595.49	\$1,061.72
		Total	\$8,039.96	\$174.78	\$311.63
		Ganancia sobre TMS	\$4,010.46	\$93.27	\$155.44
70%	30	Fase I	\$(28,800.49)	\$(626.10)	\$(956.83)
		Fase II	\$6,377.50	\$138.64	\$211.88
		Fase III	\$32,118.41	\$698.23	\$1,067.06
		Total	\$9,695.42	\$210.77	\$322.11
		Ganancia sobre TMS	\$5,665.91	\$131.77	\$188.24
80%	34	Fase I	\$(28,800.49)	\$(626.10)	\$(837.22)
		Fase II	\$3,306.96	\$71.89	\$96.13
		Fase III	\$36,844.41	\$800.97	\$1,071.06
		Total	\$11,350.88	\$246.76	\$329.97
		Ganancia sobre TMS	\$7,321.37	\$170.26	\$212.83
90%	39	Fase I	\$(28,800.49)	\$(626.10)	\$(744.20)
		Fase II	\$236.41	\$5.14	\$6.11
		Fase III	\$41,570.41	\$903.70	\$1,074.17
		Total	\$13,006.33	\$282.75	\$336.08
		Ganancia sobre TMS	\$8,976.83	\$208.76	\$231.96
100%	43	Fase I	\$(28,800.49)	\$(626.10)	\$(669.78)
		Fase II	\$(2,834.13)	\$(61.61)	\$(65.91)
		Fase III	\$46,296.41	\$1,006.44	\$1,076.66
		Total	\$14,661.79	\$318.73	\$340.97
		Ganancia sobre TMS	\$10,632.28	\$247.26	\$247.26

*Se considera que la muerte de vaquilla del Sistema Integrado y el rango de venta es el mismo que en el experimento del año YI y el rango de muerte de terneros es de 2%.

LITERATURA CITADA

1. Aldrich, S. L., L. L. Berger, B. A. Reiling, D. J. Kesler, y T. G. Nash. 1995. "Parturition and periparturient reproductive and metabolic hormone concentration in prenatally androgenized beef heifers". J. Anim. Sci. 73:3712.
2. Amann, R. P. 1999. "Issues affecting commercialization of sexed sperm". Therio. 52:1441.
3. American Meat Science Association en cooperación con el National Livestock and Meat Board. 1995. "Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat".
4. Bagley, C. P. 1993. "Nutritional management of replacement beef heifers" - Una revista J. Anim. Sci. 71:3155-3163.
5. Bailey, C. M., C. R. Reid, T. P. Ringkob, Y. O. Koh, y W. D. Foote. 1991. "Nulliparous versus primiparous crossbred females for beef". J. Anim. Sci. 69:1403.
6. Bellows, R. A., R. E. Short, D. C. Anderson, B. W. Knapp, y O. F. Pahnish. 1971. "Cause and

effect relationships associated with calving difficulty and calf birth weight". J. Anim. Sci. 33:407.

7. Berardinelli, J. G., R. A. Dailey, R. L. Butcher, y E. K. Inskeep. 1979. "Source of progesterone prior to puberty in beef heifers". J. Anim. Sci. 49:1276.

8. Bergfeld, E. G. M., F. N. Kojima, A. S. Cupp, M. E. Wehrman, K. E. Peters, M. Garciawinder, y J. E. Kinder. 1994. "Ovarian follicular development in prepubertal heifers is influenced by level of dietary energy-intake". Bio. of Repro. 51:1051.

9. Berry, B. W., G. C. Smith, y Carpentier. 1974. "Beef carcass maturity indicators and palatability attributes". J. Anim. Sci. 38:507.

10. Bond, J., B. W. Berry, H. R. Cross, D. A. Dinius, y R. R. Oltjen. 1986. "Growth and carcass traits of open beef heifers versus beef heifers that have calved". Nutrition Reports International 34:621.

11. Boucque, C. V., L. O. Fiems, B. G. Cottyn, y F. X. Buysse. 1980. "Beef-production with maiden and once-calved heifers". Livestock Prod. Sci. 7:121.

12. Bourdon, R. M. y J. S. Brinks. 1987. "Simulated efficiency of range beef-production". 3.

"culling strategies and nontraditional management-systems".
J. Anim. Sci. 65:963.

13. Brethour, J. R. a. J. J. R. 1989. "The single-calf heifer system". Kans. Agric. Sta. Rep. Prog. 570.

14. Brookes, A. J. y M. Obyrne. 1965. "Use of cow-heifers in beef production". J. de la Royal Agricultural Society of England 126:30.

15. Burns, P. D. and J. C. Spitzer. 1992. "influence of biostimulation on reproduction in postpartum beef- cows". J. Anim. Sci. 70:358.

16. Byerley, D. J., R. B. Staigmiller, J. G. Berardinelli, y R. E. Short. 1987. "pregnancy rates of beef heifers bred either on puberal or 3rd estrus". J. Anim. Sci. 65:645.

17. Coleou, J., J. Lossouarn, C. Bitteau, y C. Plai. 1974. "Essai de velage tres precoce de genisses en vue de la production de viande. Essai Vauz/Aure no. 50, programme" USFGC-INAPG-ITFC.

18. Crowley, J. P. "The facts of once-bred heifer production". (Ed) J.B. Owens. 1973. "the maiden

female-a means of increasing meat production". School of Agric., Univ. of Aberdeen, Scotland.

19. Denham, A. "In-vitro studies on sandhill range forage as related to cattle preference", M.S. Thesis. 1965. Colorado State University.

20. Deutscher, G. H. 2000. "extending interval from seventeen to nineteen days in the melengestrol acetate-prostaglandin estrous synchronization program for heifers". The Professional Animal Scientist 16:164.

21. Diagnostic Products Corporation. "Coat-A-Count⁷ Progesterone". 1998.

22. Dikeman, M. E. 1984. "cattle production systems to meet future consumer demands". J. Anim. Sci. 59:1631.

23. Doyle, S. P. , G. E. Jr. Seidel, J. L. Shenck, L. A. Herickhoff, D. G. Cran, y R. D. Green. "artificial insemination of lactating angus cows with sexed semen". 1999. Proc. Western Sect. Am.Soc.Anim. Sci. 50:203.

24. Ferrell, C. L. 1982. "effects of post-weaning rate of gain on onset of puberty and productive

performance of heifers of different breeds". J. Anim. Sci. 55:1272.

25. Ferrell, C. L. y T. G. Jenkins. 1984. "Energy-Utilization by Mature, nonpregnant, nonlactating cows of different types". J. Anim. Sci. 58:234.

26. Field, R., R. McCormick, V. Balasubramanian, D. Sanson, J. Wise, D. Hixon, M. Riley, y W. Russell. 1996. "Growth, carcass, and tenderness characteristics of virgin, spayed, and single-calf heifers". J. Anim. Sci. 74:2178.

27. Field, R. A., G. Maiorano, F. C. Hinds, W. J. Murdoch, y M. L. Riley. 1990. "bone-ossification and carcass characteristics of wethers given silastic implants containing estradiol". J. Anim. Sci. 68:3663-3668.

28. Fluharty, F. L., T. B. Turner, S. J. Moeller, y G. D. Lowe. "Effect of weaning and diet on growth of calves". 1996. "Research and Reviews." The Ohio State University Department of Animal Sciences.

29. Gombe, S. y W. Hansel. 1973. "Plasma luteinizing-hormone (LH) and progesterone levels in heifers on restricted energy intakes". J. Anim. Sci. 37:728.

202

30. Gravert, H. O. Genetic Aspects of Early Calving. 1975. In: J.C. Taylor (Ed.) "The early calving of heifers and it's impact on beef production". 59.

31. Gregory, K. E., D. B. Laster, L. V. Cundiff, G. M. Smith, y R. M. Koch. 1979. "Characterization of biological types of cattle III .2. Growth-rate and puberty in females". J. Anim. Sci. 49:461.

32. Grimes, J. F. y T. B. Turner. 1991. "Early weaning of fall born calves. II. Post weaning performance of early and normal-weaned calves". J. Prod. Agric. 4:168.

33. Hall, J. B., R. B. Staigmiller, R. E. Short, R. A. Bellows, M. D. Macneil, y S. E. Bellows. 1997. "Effect of age and pattern of gain on induction of puberty with a progestin in beef heifers". J. Anim. Sci. 75:1606.

34. Harte, F. J. "System of production of beef from once calved heifers". 1975. In: J.C. Taylor (Ed.) "The early calving of heifers and it's impact on beef production". 123

35. Hermesmeier, G. N., L. L. Berger, D. B. Faulkener, D. J. Kesler, T. G. Nash, y D. M. Shcafer. 1999. "Effects of lactation and prenatal androgenization on the performance, carcass coompostion and longissimus muscle

sensory characteristics of heifers in the single-calf heifer system". The Professional Animal Scientist 15:14.

36. Hermesmeyer, G. N., Berger L.L. , D. B. Faulkner, D. J. Kesler, T. G. Nash, y D. M. Schaefer. 1999. "Effects of prenatal androgenization and implantation on the performance and carcass composition of lactating heifers in the single-calf heifer system". The Professional Animal Scientist 15:173.

37. Hilton, G. G., J. D. Tatum, S. E. Williams, K. E. Belk, F. L. Williams, J. W. Wise, y G. C. Smith. 1998. "An evaluation of current and alternative systems for quality grading carcasses of mature slaughter cows". J. Anim. Sci. 76:2094.

38. Ho, L., R. A. Field, W. C. Russell, M. L. Riley, S. K. Ercanbrack, y F. L. Williams. 1989. "Influence of gender, breed and age on maturity characteristics of sheep". J. Anim. Sci. 67:2460-2470.

39. Hohenboken, W. D. 1999. "Applications of sexed semen in cattle production". Therio. 52:1421.

40. Jarriage, R. "Age of cows at first calving in France". 1975J.C. Taylor (Ed.) "The early calving of heifers and it's impact on beef production". 10.

41. Joseph, R. L. "Carcass composition and meat quality in once calved heifers". 1975 In: J.C. Taylor (Ed.) "The early calving of heifers and it's impact on beef production". 143.

42. Joseph, R. L. y J. P. Crowley. 1971. "Meat quality of once-calved heifers". Irish J. of Agric. Research 10:281.

43. Keeling, P. C. B. M. S. T. G. D. I. a. P. W. J. A "modelling study of once-bred heifer beef production". 1991. "Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production". 51.

44. Kinder, J. E., E. G. M. Bergfeld, M. E. Wehrman, K. E. Peters, y F. N. Kojima. 1995. "Endocrine basis for puberty in heifers and ewes". J. Repro. and Fertility 393.

45. Kinder, J. E., M. L. Day, y R. J. Kittok. 1987. "Endocrine regulation of puberty in cows and ewes". J. of Repro. and Fertility, Suppl. 34:167.

46. Klindt, J. y J. D. Crouse. 1990. "Effect of ovariectomy and ovariectomy with ovarian autotransplantation on feedlot performance and carcass characteristics of heifers". J. Anim. Sci. 68:3481.

205

47. Klosterman, E. W. y C. F. Parker. 1976. "Effect of size, beed and sex upon feed efficiency in beef cattle". North Central Regional Research Publication 235, Ohio Agric. Research and Development Center 1090:3.

48. Kniffen, D. M., W. R. Wagner, y P. E. Lewis. 1999. "Effects of long-term estrogen implants in beef heifers." J. Anim. Sci. 77:2886.

49. Koch, R. M., M. E. Dikeman, R. J. Lipsey, D. M. Allen, y J. D. Crouse. 1979. "Characterization of biological types of cattle - Cycle-II".3. "Carcass composition, quality and palatability". J. Anim. Sci. 49:448.

50. Laster, D. B., H. A. Glimp, L. V. Cundiff, y K. E. Gregory. 1973. "Factors affecting dystocia and effects of dystocia on subsequent reproduction in beef-cattle". J. Anim. Sci. 36:695.

51. Lynch, J. M., G. C. Lamb, B. L. Miller, R. T. Brandt, R. C. Cochran, y J. E. Minton. 1997. "Influence of timing of gain on growth and reproductive performance of beef replacement heifers". J. Anim. Sci. 75:1715.

52. Martin, A. H., H. T. Fredeen, y G. M. Weiss. 1971. "Characteristics of youthful beef carcasses in

relation to weight, age and sex .3. meat quality attributes". Canadian J. Anim. Sci. 51:305.

53. Martin, L. C., J. S. Brinks, R. M. Bourdon, y L. V. Cundiff. 1992. "Genetic-effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction". J. Anim. Sci. 70:4006.

54. Matulis, R. J., F. K. McKeith, D. B. Faulkner, L. L. Berger, y P. George. 1987. "Growth and carcass characteristics of cull cows after different times-on-feed". J. Anim. Sci. 65:669.

55. Mauleon, P. "Recent research related to the physiology of puberty". Commission of the European Communities. 1975. "The early calving of heifers and it's impact on beef production".

56. McCormick, R. J. 1994. "The flexibility of the collagen compartment of muscle". Meat Sci. 36:79.

57. Meilgaard, M., G. V. Civille, y B. T. Carr. 1991. "Sensor Evaluation Techniques". CRC Press Inc., Boca Raton, FL.

58. Moe, P. W., H. F. Tyrrell, y W. P. Flatt. 1971. "energetics of body tissue mobilization". J. of Dairy Sci. 54:548.

207

59. Moran, C., J. F. Quirke, y J. F. Roche. 1989. "Puberty in heifers - a review". Animal Reproduction Sci. 18:167.

60. Morgan, J. B., J. W. Savell, D. S. Hale, R. K. Miller, D. B. Griffin, H. R. Cross, y S. D. Shackelford. 1991. "National beef tenderness survey". J. Anim. Sci. 69:3274.

61. Morris, S. T., I. M. Brookes, W. J. Parker, y S. N. McCutcheon. 1994. "Biological efficiency: How relevant is this concept to beef cows in a mixed livestock seasonal pasture supply context". Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 54:333.

62. Moseley, W. M., T. G. Dunn, C. C. Kaltenbach, R. E. Short, y R. B. Staigmiller. 1982. "Relationship of Growth and Puberty in Beef Heifers Fed Monensin". J. Anim. Sci. 55:357-362.

63. Mount, D. E. 2000. "Fibrous and non-fibrous carbohydrate supplementation to ruminants grazing forage from small grain crops". M.S. Thesis. Colorado State University.

64. Myers, S. E., D. B. Faulkner, F. A. Ireland, L. L. Berger, y D. F. Parrett. 1999. "Production systems comparing early weaning to normal weaning with or

without creep feeding for beef steers". J. Anim. Sci. 77:300.

65. Myers, S. E., D. B. Faulkner, F. A. Ireland, y D. F. Parrett. 1999. "Comparison of three weaning ages on cow-calf performance and steer carcass traits". J. Anim. Sci. 77:323.

66. Myers, S. E., D. B. Faulkner, T. G. Nash, L. L. Berger, D. F. Parrett, y F. K. McKeith. 1999. "Performance and carcass traits of early-weaned steers receiving either a pasture growing period or a finishing diet at weaning". J. Anim. Sci. 77:311.

67. Nix, J. P., J. C. Spitzer, y P. J. Chenoweth. 1998. "Serum testosterone concentration, efficiency of estrus detection and libido expression in androgenized beef cows". Therio. 49:1195.

68. NRC. 1996. "Nutrient requirements for beef cattle". National Academy of Sci.s-National Research Council, Washington, DC.

69. Owen, J. B. "The maiden female-a means of increasing meat production". 1973. "Proc. Symp. on the use of once bred heifers and gilts".

70. Peterson, G. A., T. B. Turner, K. M. Irvin, M. E. Davis, H. W. Newland, y W. R. Harvey. 1987. "Cow and calf performance and economic-considerations of early weaning of fall-born beef-calves". J. Anim. Sci. 64:15.

71. Petit, M. "Early Calving in Suckling Herds". 1975 In: (Ed.) J.C. Taylor. "The early calving of heifers and it's impact on beef production". 157.

72. Purvis, H. T. y J. C. Whittier. 1996. "Effects of ionophore feeding and anthelmintic administration on age and weight at puberty in spring-born beef heifers". J. Anim. Sci. 74:736-744.

73. Randel, R. D. 1990. "Nutrition and postpartum rebreeding in cattle". J. Anim. Sci. 68:853.

74. Reiling, B. A., L. L. Berger, D. B. Faulkner, F. K. McKeith, y T. G. Nash. 1995. "Effect of prenatal androgenization on performance, lactation, carcass, and sensory traits of heifers in a single-calf heifer system". J. Anim. Sci. 73:986.

75. Reiling, B. A., L. L. Berger, D. B. Faulkner, F. K. McKeith, T. G. Nash, y F. A. Ireland. 1996. "Effects of prenatal androgenization, melengestrol acetate, and synovex-h(r) on feedlot performance, carcass, and

sensory traits of once-calved heifers". J. Anim. Sci. 74:2043.

76. Reiling, B. A., J. K. Drackley, L. R. Grum, y L. L. Berger. 1997. "Effects of prenatal androgenization and lactation on adipose tissue metabolism in finishing single-calf heifers". J. Anim. Sci. 75:1504.

77. Romita, A. "Some considerations on the beef situation in Italy". 1975 (Ed.) J.C. Taylor. "The early calving of heifers and it's impact on beef production". 23.

78. Roux, M., J. H. Teissier, J. Bonnemaire, y R. Dumont. 1987. "early calving heifers versus maiden heifers for beef-production from dairy herds". 1. "the effects of genotype (Friesian and Charolais x Friesian) and 2 feeding levels in the rearing period on growth and carcass quality". Livestock Prod. Sci. 16:1.

79. Roy, J. H. B. 1978. "Rearing dairy-herd replacements". J. of the Soc. of Dairy Technology 31:73-79.

80. Rutter, L. M., R. D. Randel, G. T. Schelling, y D. W. Forrest. 1983. "Effect of abomasal infusion of propionate on the GnRH-induced luteinizing-hormone release in prepuberal heifers". J. Anim. Sci. 56:1167.

81. SAS. 2000. "The SAS System for Windows". Ver 7.0. Rel 6.12. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

82. Schenk, J. L., T. K. Suh, D. G. Cran, y G. E. Seidel. 1999. "Cryopreservation of flow-sorted bovine spermatozoa". Therio. 52:1375.

83. Schillo, K. K., J. B. Hall, y S. M. Hileman. 1992. "Effects of nutrition and season on the onset of puberty in the beef heifer". J. Anim. Sci. 70:3994.

84. Schnell, T. D., K. E. Belk, J. D. Tatum, R. K. Miller, y G. C. Smith. 1997. "Performance, carcass, and palatability traits for cull cows fed high-energy concentrate diets for 0, 14, 28, 42, or 56 days". J. Anim. Sci. 75:1195.

85. Schoonmaker, J. P., F. L. Fluharty, T. B. Turner, S. J. Moeller, y S. C. Loerch. 1998. "Effects of age at weaning and implant strategy on growth of steer calves". J. Anim. Sci. (Suppl 2) 76:71 (Abstr.).

86. Seidel, G. E. y L. A. Johnson. 1999. "Sexing mammalian sperm - overview". Therio. 52:1267.

87. Seidel, G. E., J. L. Schenk, L. A. Herickhoff, S. P. Doyle, Z. Brink, R. D. Green, y D. G.

Cran. 1999. "Insemination of heifers with sexed sperm".
Therio. 52:1407.

88. Sell, R. S., D. L. Watt, R. D. Little,
y T. A. Petry. "Single-calf heifer profitability compared
to other north dakota beef production systems". Department
of Ag. Eco., North Dakota State University, Ag. Econ. Rpt.
20.

89. Shackelford, S. D., M. Koohmaraie, y T.
L. Wheeler. 1995. "effects of slaughter age on meat
tenderness and usda carcass maturity scores of beef
females". J. Anim. Sci. 73:3304.

90. Shorthose, W. R. y P. V. Harris. 1990.
"Effect of animal age on the tenderness of selected beef
muscles". J. Food Sci. 55:1-.

91. Silbermann, M. 1983. "Hormones and
Cartilage. cartilage: development, differentiation, and
growth". pp. 327-368. Academic Press, Inc.

92. Simon, M. 1983. "The effect of
management option on the performance of pregnant feedlot
heifers". M.S. Thesis. Kansas State University.

93. Smith, G. C., B. W. Berry, J. W. Savell, y H. R. Cross. 1988. "USDA maturity indexes and palatability of beef rib steaks". J. of Food Quality 11:1.
94. Smith, G. C., H. R. Cross, Z. L. Carpenter, C. E. Murphey, J. W. Savell, H. C. Abraham, y G. W. Davis. 1982. "Relationship of usda maturity groups to palatability of cooked beef". J. of Food Sci. 47:1100.
95. Stellflug, J. N., D. K. Han, R. D. Randel, y E. L. Moody. 1978. "Plasma estrogens in periparturient cow". Therio. 10:269.
96. Stevenson, J. S., M. W. Smith, J. R. Jaeger, L. R. Corah, y D. G. Lefever. 1996. "Detection of estrus by visual observation and radiotelemetry in peripubertal, estrus-synchronized beef heifers". J. Anim. Sci. 74:729.
97. Story, C. E., R. J. Rasby, R. T. Clark, y C. T. Milton. 2000. "Age of calf at weaning of spring-calving beef cows and the effect on cow and calf performance and production economics". J. Anim. Sci. 78:1403.
98. Swanson, E. W. "Future research on problems of increasing meat production by early calving".

Comm. Eur. Commun., Eur. 5545. 1975. "The Early Calving of Heifers and its Impact on Beef Production".

99. Tatum, J. D., G. C. Smith, B. W. Berry, C. E. Murphey, F. L. Williams, y Z. L. Carpenter. 1980. "Carcass characteristics, time on feed and cooked beef palatability attributes". J. Anim. Sci. 50:833.

100. Taylor, S. C. S., A. J. Moore, R. B. Thiessen, and C. M. Bailey. 1985. "Efficiency of food utilization in traditional and sex- controlled systems of beef-production, animal production" 40:401.

101. Unruh, J. A. 1986. "Effects of endogenous and exogenous growth-promoting compounds on carcass composition, meat quality and meat nutritional-value". J. Anim. Sci. 62:1441.

102. USDA, 1. Official United States standards for grades of carcass beef". Agric. Marketing Serv., USDA . Washington, DC.

103. USDA. 1997. "Official United States standards for grades of carcass Beef". Agric. Marketing Serv., USDA . Washington, DC.

104. Vincent, B. C., S. D. M. Jones, L. E. Jeremiah, M. A. Price, y J. A. Newman. 1991. "Carcass

characteristics and meat quality of once-calved heifers".
Canadian J. Anim. Sci. 71:311.

105. Waggoner, A. W., M. E. Dikeman, J. R. Brethour, y K. E. Kemp. 1990. "Performance, carcass, cartilage calcium, sensory and collagen traits of longissimus muscles of open versus 30-month-old heifers that produced one calf". J. Anim. Sci. 68:2380.

106. Wheeler, T. L., L. V. Cundiff, y R. M. Koch. 1994. "Effect of marbling degree on beef palatability in *Bos-Taurus* and *Bos-Indicus* cattle". J. Anim. Sci. 72:3145.

107. Wickersham, E. W. y L. H. Schultz. 1963. "Influence of age at first breeding on growth, reproduction, and production of well-fed holstein heifers". J. Dairy Sci. 46:544.

REIVINDICACIONES

Habiendo así especialmente descrito y determinado la naturaleza de la presente invención y la forma como la misma ha de ser llevada a la práctica, se declara reivindicar como de propiedad y derecho exclusivo:

1. Un método para el manejo de un rebaño que comprende las etapas de:

- a) producir una hembra de una especie de mamífero;
- b) inseminar dicha hembra de dicha especie de mamífero con una muestra de inseminación artificial que tiene una pluralidad de espermatozoides, en donde por lo menos el 90% de dicha pluralidad de espermatozoides tiene una característica de determinación de sexo que corresponde al sexo de la muestra de la progenie del mamífero;
- c) fertilizar por lo menos un huevo dentro de dicha hembra de dicha especie de mamífero; y
- d) producir dicha progenie de mamífero.

2. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha característica de determinación de sexo comprende un cromosoma X.

3. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha característica de determinación de sexo comprende un cromosoma Y.

4. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha hembra de dicha especie de mamífero está seleccionada del grupo que consiste de bóvidos, ovinos, equinos, cánidos, felinos y porcinos.

5. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha hembra de dicha especie de mamífero comprende una especie bovina de mamífero.

6. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 5, donde dicha pluralidad de espermatozoides comprende un número de espermatozoides seleccionado del grupo que consiste de no más de 10 millones de espermatozoides vivos no congelados, no más de 5 millones de espermatozoides vivos no congelados, no más de 3 millones de espermatozoides vivos no congelados, no más de 1 millón de espermatozoides vivos no congelados, no más de 500.000 espermatozoides vivos no congelados, no más

de 250.000 espermatozoides vivos no congelados y no más de 100.000 espermatozoides vivos no congelados.

7. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 5, donde dicha pluralidad de espermatozoides comprende un número de espermatozoides seleccionado del grupo que consiste de no más de 10 millones de espermatozoides descongelados, no más de 6 millones de espermatozoides descongelados, no más de 5 millones de espermatozoides descongelados, no más de 3 millones de espermatozoides descongelados, no más de 1 millón de espermatozoides descongelados, no más de 500.000 espermatozoides descongelados, no más de 250.000 espermatozoides descongelados y no más de 100.000 espermatozoides descongelados.

8. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha hembra de dicha especie de mamífero comprende una especie equina de mamífero.

9. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 6, donde dicha pluralidad de espermatozoides comprende un número de espermatozoides

seleccionado del grupo que consiste de no más de 25 millones de espermatozoides no congelados, no más de 15 millones de espermatozoides no congelados, no más de 10 millones de espermatozoides no congelados, y no más de 5 millones de espermatozoides no congelados.

10. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 6, donde dicha pluralidad de espermatozoides comprende un número de espermatozoides seleccionado del grupo que consiste de no más de 25 millones de espermatozoides descongelados, no más de 15 millones de espermatozoides descongelados, no más de 10 millones de espermatozoides descongelados y no más de 5 millones de espermatozoides descongelados.

11. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha pluralidad de espermatozoides comprende un número de espermatozoides desde alrededor del 10% a alrededor del 50% con respecto a un número típico de espermatozoides en una muestra de inseminación artificial.

12. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha progenie de mamífero comprende un macho, y donde el porcentaje de

progenies macho de mamífero está seleccionado del grupo que consiste de por lo menos 70% de progenie de mamífero macho, al menos 80% de progenie de mamífero macho y por lo menos el 90% de progenie de mamífero macho.

13. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha progenie de mamífero comprende una hembra, y donde el porcentaje de progenie de mamífero hembra está seleccionado del grupo que consiste de por lo menos 70% de progenie de mamífero hembra, por lo menos 80% de progenie de mamífero hembra y por lo menos 90% de progenie de mamífero hembra.

14. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además la etapa de inducir la pubertad temprana en dicha hembra de dicha especie de mamífero.

15. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 14, donde dicha hembra de dicha especie de mamífero comprende una hembra de una especie bovina de mamífero, y donde dicha etapa de inducir la pubertad temprana en dicha hembra de dicha especie bovina de mamífero comprende inducir la pubertad por nueve meses luego del nacimiento.

16. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 14, donde dicha etapa de inducir la pubertad temprana en dicha hembra de dicha especie bovina de mamífero comprende inducir dicha pubertad temprana entre alrededor de los 250 días luego del nacimiento hasta alrededor de los 270 días luego del nacimiento.

17. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 14, donde dicha etapa de inducir la pubertad temprana en dicha hembra de dicha especie bovina de mamífero comprende alimentar dicha hembra de dicha especie bovina de mamífero con una ración suficiente de alimento para producir una ganancia de peso promedio de alrededor de 1,3 kg. por día a alrededor de 1,4 kg. por día.

18. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 14, que comprende además la etapa de destete temprano de dicha hembra de dicha especie de mamífero.

19. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 18, donde dicha hembra de

dicha especie de mamífero comprende dicha hembra de dicha especie bovina de mamífero, y donde dicha etapa de destete temprano comprende el destete de dicha hembra de dicha especie bovina de mamífero entre alrededor de 95 días a alrededor de 125 días del nacimiento.

20. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 18, donde dicha etapa de inseminar dicha hembra de dicha especie bovina de mamífero comprende la inseminación de dicha hembra de dicha especie bovina de mamífero entre alrededor de 283 días luego del nacimiento hasta alrededor de 316 días luego del nacimiento.

21. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 18, que comprende además la etapa de sincronización del estro.

22. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 21, donde dicha etapa de sincronización del estro comprende:

a) aditivar el alimento con MGA a 0,5 miligramos por hembra de dicha especie bovina de mamífero por día durante 14 días; y

b) inyectar PGF 2 19 días luego del último día del agregado del aditivo al alimento con dicha MGA.

23. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 22, que comprende además la etapa de recolectar la cría de dicha hembra de dicha especie de mamífero.

24. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 23, donde dicha etapa de recolección de dicha cría de hembra de dicha especie de mamífero comprende la recolección de la hembra de dicha especie bovina de mamífero antes de los 24 meses.

25. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 23, donde dicha etapa de recolección de la cría de la hembra de dicha especie de mamífero comprende la recolección de dicha hembra de dicha especie bovina de mamífero antes de los 30 meses.

26. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 23, que comprende además la etapa de reemplazar dicha hembra de dicha especie de mamífero con dicha progenie de mamífero.

27. El método para el manejo de un rebaño de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende además la etapa de la recolección de dicha progenie macho de mamífero.

28. Un rebaño de animales que comprende:

a. un número de hembras de una especie de mamífero, en donde cada una de dichas hembras de una especie de mamífero no tiene más que un parto y donde dicho número de hembras son separadas de sus madres antes de los 24 meses de edad;

b. un número de progenies hembra de dicho número de hembras de una especie de mamífero, en donde dicho número de progenies de hembra son inseminadas con una pluralidad de espermatozoides y donde un porcentaje de por lo menos el 70% de dicha pluralidad de espermatozoides tiene una característica de determinación de sexo que corresponde a los mamíferos de la progenie hembra, y donde dicho número de progenies hembra reemplazan a dicho número de hembras de la especie de mamífero separadas de la madre.

29. Un rebaño de animales de acuerdo con la reivindicación 28, donde dicho porcentaje de dicha pluralidad de espermatozoides tiene una característica de determinación de sexo correspondiente a mamíferos progenie hembra está seleccionado del grupo que consiste de por lo

menos 80%, por lo menos 85%, por lo menos 90%, por lo menos 91%, por lo menos 92%, por lo menos 93%, por lo menos 94%, por lo menos 95%, por lo menos 96%, por lo menos 97% y por lo menos 98%.

30. Un rebaño de animales de acuerdo con la reivindicación 28, donde dicha hembra de dicha especie de mamífero está seleccionada del grupo que consiste de bovinos, ovinos, equinos, cánidos, felinos y porcinos.

31. Un rebaño de animales de acuerdo con la reivindicación 28, donde dicha hembra de dicha especie de mamífero comprende una especie de mamífero bovino.

32. Un rebaño de animales de acuerdo con la reivindicación 31, donde dicha pluralidad de espermatozoides comprende un número de espermatozoides seleccionado del grupo que consiste de no más de 10 millones de espermatozoides vivos no congelados, no más de 5 millones de espermatozoides vivos no congelados, no más de 3 millones de espermatozoides vivos no congelados, no más de 1 millón de espermatozoides vivos no congelados, no más de 500.000 espermatozoides vivos no congelados, no más de 250.000 espermatozoides vivos no congelados y no más de 100.000 espermatozoides vivos no congelados.

33. Un rebaño de animales de acuerdo con la reivindicación 31, donde dicha pluralidad de espermatozoides comprende un número de espermatozoides seleccionado del grupo que consiste de no más de 10 millones de espermatozoides descongelados, no más de 6 millones de espermatozoides descongelados, no más de 5 millones de espermatozoides descongelados, no más de 3 millones de espermatozoides descongelados, no más de 1 millón de espermatozoides descongelados, no más de 500.000 espermatozoides descongelados, no más de 250.000 espermatozoides descongelados, y no más de 100.000 espermatozoides descongelados.

34. Un rebaño de animales de acuerdo con la reivindicación 28, donde dicha hembra de dicha especie de mamífero comprende una especie equina de mamífero.

35. Un rebaño de animales de acuerdo con la reivindicación 34, donde dicha pluralidad de espermatozoides comprende un número de espermatozoides seleccionado del grupo que consiste de no más de 25 millones de espermatozoides vivos no congelados, no más de 15 millones de espermatozoides vivos no congelados, no más

de 10 millones de espermatozoides vivos no congelados y no más de 5 millones de espermatozoides vivos no congelados.

36. Un rebaño de animales de acuerdo con la reivindicación 35, donde dicha pluralidad de espermatozoides comprende un número de espermatozoides seleccionado del grupo que consiste de no más de 25 millones de espermatozoides descongelados, no más de 15 millones de espermatozoides descongelados, no más de 10 millones de espermatozoides descongelados y no más de 5 millones de espermatozoides descongelados.

37. Un rebaño de animales de acuerdo con la reivindicación 28, donde dicha pluralidad de espermatozoides comprende un número desde alrededor del 10% a alrededor del 50% con respecto a un número típico de espermatozoides en una muestra de inseminación artificial.

38. Un rebaño de animales de acuerdo con la reivindicación 28, que comprende además una pubertad precoz inducida en dicha progenie hembra de dicho número de hembras de dicha especie de mamífero.

39. Un rebaño de animales de acuerdo con la reivindicación 38, donde dicho número de hembras de dicha

especie de mamífero comprende hembras de una especie de mamífero bovina y donde dicha pubertad precoz inducida comprende dicha pubertad precoz inducida en un momento no más tarde que los 9 meses luego del nacimiento.

40. Un rebaño de animales de acuerdo con la reivindicación 39, donde dicha pubertad precoz inducida en dicha hembra de dicha especie de mamífero bovina comprende dicha pubertad precoz inducida entre alrededor de 250 días luego del nacimiento a alrededor de 270 días luego del nacimiento.

41. Un rebaño de animales de acuerdo con la reivindicación 40, donde dicha pubertad precoz inducida en dicha hembra de dicha especie bovina de mamífero comprende una ración suficiente de alimento para producir una ganancia de peso promedio de alrededor de 1,3 kg. por día a alrededor de 1,4 kg. por día por hembra de dicha especie bovina de mamífero.

42. Un rebaño de animales de acuerdo con la reivindicación 38, que comprende además una hembra de destete precoz de dicha especie de mamífero.

43 Un rebaño de animales de acuerdo con la reivindicación 42, donde dicha hembra de destete precoz de dicha especie de mamífero comprende una hembra de destete precoz de dicha especie bovina de mamífero, y donde dicha hembra de destete precoz de dicha especie bovina de mamífero es destetada entre alrededor de los 95 días a alrededor de los 125 días luego del nacimiento.

44. Un rebaño de animales de acuerdo con la reivindicación 43, donde dicha hembra de dicha especie bovina de mamífero es inseminada entre alrededor de los 283 días luego del nacimiento a alrededor de los 316 días luego del nacimiento.

45. Un rebaño de animales de acuerdo con la reivindicación 42, que comprende además el estro sincronizado.

46. Un rebaño de animales de acuerdo con la reivindicación 45, donde el estro sincronizado comprende:

a. aditivar el alimento con MGA a 0,5 ml. por hembra de dicha especie bovina de mamífero por día durante 14 días; y

b. aplicar una inyección de PGF 2 19 días luego del último día del agregado del aditivo de dicho MGA al alimento.

47. Un método para el manejo de un rebaño que comprende las etapas de:

- a. producir una hembra de una especie de mamífero;
- b. destetar dicha hembra de dicha especie de mamífero en forma precoz;
- c. inseminar dicha hembra de dicha especie de mamífero con una pluralidad de espermatozoides;
- d. fertilizar por lo menos un huevo dentro de dicha hembra de dicha especie de mamífero; y
- e. producir una progenie hembra de mamífero.

49. Un método para el manejo de un rebaño, que comprende las etapas de:

- a. producir una hembra de una especie de mamífero;
- b. inseminar dicha hembra de dicha especie de mamífero con una pluralidad de espermatozoides;
- c. fertilizar por lo menos un huevo dentro de dicha hembra de dicha especie de mamífero;
- d. producir una progenie de mamífero; y
- e. separar dicha hembra de dicha especie de mamífero antes de continuar a su madurez de res.

50. Un método para manejar un rebaño, que comprende las etapas de:

- a. producir una hembra de una especie de mamífero;
- b. inducir una pubertad precoz en dicha hembra de dicha especie de mamífero;
- c. inseminar dicha hembra de dicha especie de mamífero con una pluralidad de espermatozoides;
- d. fertilizar por lo menos un huevo dentro de dicha hembra de dicha especie de mamífero; y
- e. producir una progenie hembra de mamífero.

51. Un método para el manejo de un rebaño, que comprende las etapas de:

- a. producir una hembra de una especie de mamífero;
- b. destetar dicha hembra de dicha especie de mamífero en forma precoz;
- c. inseminar dicha hembra de dicha especie de mamífero con una pluralidad de espermatozoides;
- d. fertilizar por lo menos un huevo dentro de dicha hembra de dicha especie de mamífero; y
- e. producir una progenie hembra de mamífero.

52. Un método para el manejo de un rebaño, que comprende las etapas de:

- a. producir una hembra de una especie de mamífero;
- b. inseminar dicha hembra de dicha especie de mamífero con una pluralidad de espermatozoides;
- c. fertilizar por lo menos un huevo dentro de dicha hembra de dicha especie de mamífero;
- d. producir una progenie de mamífero; y
- e. separar de la madre dicha hembra de dicha especie de mamífero antes de pasar a su madurez de res.

53. Un método para el manejo de un rebaño, que comprende las etapas de:

- a. inseminar un mamífero hembra;
- b. inseminar dicha hembra de dicha especie de mamífero con una pluralidad de espermatozoides donde al menos el 90% de dicha pluralidad de espermatozoides tiene un cromosoma Y;
- c. fertilizar por lo menos un huevo dentro de dicha hembra de dicha especie de dicho mamífero; y
- d. producir una progenie macho de mamífero.

RESUMEN

La integración del destete temprano y el uso de semen seleccionado por sexo en un sistema vaquillonaternero único definido como Sistema Integrado (IS) resulta en la preñez de vaquillonas de 10 meses de edad cruzadas con semen seleccionado por sexo. En el año I (YI) 46 vaquillonas Red Angus x Hereford en estadio de no reemplazo fueron destetadas a 110" 15,0 días de edad y manejadas en un IS. En el año II (YII) 48 vaquillonas de la misma cruce y estatus fueron destetadas a 115" 26,9 días de edad y manejadas en el IS. Inmediatamente al destete las vaquillonas IS fueron colocadas en alimentación por lote por 213 días (YI) y 200 días (YII). Durante la fase de alimentación por lote (PI) se produjo un 58% y 16% de preñez en las YI y YII respectivamente. Durante la gestación, las vaquillonas pastorearon pastos nativos y en tierras altas. Las vaquillonas IS fueron removidas a la alimentación en lote en la parición y permanecieron con alimentación en lote por 146 días. En YI, el 50% de las vaquillonas IS experimentaron distocia. Los terneros de las vaquillonas IS fueron destetados a 109" 16,7 días a 116" 26,1kg. Las vaquillonas IS fueron recolectadas 21 días post destete a 719" 12,7 días de edad. De las 22 IS recolectadas, 4 reses (18%) recibieron un valor USDA AB de madurez total y un grado de calidad Estándar. Las otras 18 reses (82%)

recibieron un valor USDA de AA, 3 Selecciones graduadas (14%) y 15 Elecciones graduadas (68%). El grado de rendimiento promedio fue 3,1. Los panelistas sensoriales encontraron a la carne de las vaquillonas IS como de moderada ternéz, jugo y sabor. El valor de la fuerza de corte Warner-Bratzler fue de 2,9 $\pm$ 0,9. El IS no incrementó el valor de las vaquillonas no reemplazadas sobre las vaquillonas no reemplazadas de manejo tradicional (TMS) en el primer año de estudio (YI). El IS tubo una ganancia neta de \$3.944,67 menos que el TMS. Las simulaciones mostraron que el IS podría a una ganancia por el rango de 58% de preñez y de 2% de pérdida por muerte fetal. El IS tiene el potencial de generar ganancias por encima del TMS y proveer al consumidor de un producto final de agradable sabor.



FORMATO DE DIGITALIZACION
RELACION DE ANEXOS



Roynt
Technologies S.A.
Servicios Tecnológicos y Consultoría

235

Expediente No		02112918	No de Folio
Item		No de unidades	✓
1	CD		
2	DVD		
3	REVISTA		
4	LIBRO		
5	PERIODICO		
6	DISQUETES		
7	SOBRE DE MANILA ✕		
8	SOBRE BLANCO TAMAÑO CARTA		
9	SOBRE BLANCO TAMAÑO OFICIO		
10	OTROS:		

Observaciones: Art Final



237
236

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

Radicacion : 02112918 00000000 Folios: 237
Fecha (AMD): 2002-12-12 16:59:35
Tramite : 011 PCT-PATENT 379 FASE INCI 411 PRESENTA
Dependencia: 2020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

Q10 13577-841-001-3

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 02 - 82,548
FECHA : DICIEMBRE 9 DE 2002

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
CAVELIER ABOGADOS	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	3136967	09/12/2002	19,350,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT. CONTABILISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1 50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	378,000.00
	TOTAL :	\$ 378,000.00

SON: TRESCIENTOS SETENTA Y OCHO MIL PESOS

Carrera 13 No. 27-00 Pisos 5, 7 y 10
Conmutador 382 0840
Fax 350 5220
E-mail: info@sic.gov.co
www.sic.gov.co
Bogotá, D.C., Colombia

RESPONSABLE : _____

REQUISITOS NECESARIOS PARA PRESENTACION Y AGILIZACION DEL TRAMITE

	USUARIO	RADICADOR
PATENTE DE INVENCION	()	(x)
MODELO DE UTILIDAD	()	(x)
- Indicación de que se solicita la concesión de una patente.	()	(x)
- Datos de identificación del solicitante o de la persona que se presenta la solicitud	()	(x)
- Descripción de la invención.	()	(x)
- Dibujos de ser estos pertinentes.	()	(x)
- Comprobante de Pago de las tasas establecidas.	()	(x)

COMPLETA (x) **INCOMPLETA** () ()

DISEÑO INDUSTRIAL ()

- Indicación de que se solicita el registro de Diseño Industrial	()	()
- Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud	()	()
- Representación gráfica y fotográfica del Diseño Industrial o muestra del Material que incorpora el diseño.	()	()
- Comprobante de pago de las tasas establecidas	()	()

COMPLETA () **INCOMPLETA** () ()

ESQUEMA DE TRAZADO ()

- Indicación de que solicita el registro de un Esquema de trazado	()	()
- Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta La solicitud.	()	()
- Representación gráfica del esquema de trazado	()	()
- Comprobante de pago de las tasas establecidas	()	()

COMPLETA () **INCOMPLETA** () ()

Firma Responsable:

12-12-2002
Fecha