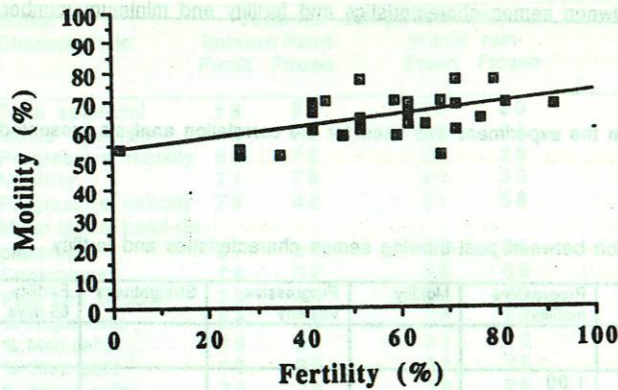


Figure 2. Relationship between motility and fertility.



The mean, standard deviation and the coefficient of correlation of progressive motility and motility with fertility are presented in Table 9.

Table 9. Simple statistics of the correlated semen characteristics (progressive motility & Motility) and r (coefficient of correlation).

	Sum	Mean	Standard dev.	r
Progressive motility	1728	57.6	7.11	0.51
Motility	1848	61.6	7.41	0.52
Fertility at 65 days	1607	53.6	18.89	

The increments in correlated semen characteristics which increased fertility by 5, 10 and 15 %, and the minimum sample size required to detect these increments are presented in Table 10.

Table 10. The values of progressive motility and motility (X), the confidence limits for these characteristics (L), and the minimum sample size to be assessed (n) for increments of 5, 10 and 15 % in fertility.

Correlated semen characteristic	Increment in fertility required (%)			
	0	5	10	15
X	X(L, n)	X(L, n)	X(L, n)	X(L, n)
Progressive Motility	57.6	61.3 (3.7, 40)	65.0 (7.4, 10)	68.7 (11.1, 5)
Motility	61.6	65.4 (3.8, 52)	69.2 (7.6, 13)	73.1 (11.4, 6)

Thus with increments of 3.7, 7.4 and 11.1 % in progressive motility or 3.8, 7.6 and 11.4 % in motility, it may be possible to observe increases of 5, 10 and 15 % in conception rate. To obtain these confidence limits in semen samples, it would be necessary to assess 40, 10 and 5 straws respectively for progressive motility and 52, 13 and 6 straws respectively for motility. As the confidence limit gets smaller, a larger number of straws are need to be assessed.

3. Multiple regression analysis and prediction of fertility.

The analytical model only included motility and progressive velocity. The values for the intercept; regression coefficients and standard regression coefficients for these characteristics are presented in Table 11.

Table 11. The Intercept, the regression coefficients and the standard regression coefficients values for the semen characteristics included in the regression equation.

Variable	Parameter estimate	Standard Regression Coefficient
Intercept	-98.79	
	Regression coefficient.	
Motility	1.48	0.58
Progressive velocity	0.70	0.24

From the data of Table 11 the following regression equation was obtained:

$$Y = -98.79 + 1.482 (\text{motility}) + 0.696 (\text{progressive velocity})$$

thus:

$$Y = -98.79 + 1.482 (61.61) + 0.696 (87.2) = 53.2 \text{ which is approximately the conception rate obtained in this experiment.}$$

This equation for fertility prediction is only applicable in this particular experiment. It is not possible to generalize an equation for prediction with two semen characteristics are involved and when the experiment has limitations especially in the number of rams and observations of semen quality. This example shows the procedure for analysis of this kind of data which in the future may be of importance for fertility prediction.

The standard regression coefficients reflect the absolute change that motility and progressive velocity produce in fertility. Thus motility had more importance than progressive velocity. In other words changes in motility produce more change in fertility than changes in progressive velocity.

These two semen characteristics are currently assessed for commercial purposes. Therefore it is important to determine their correlation with fertility and the confidence limits within which an appreciable change in fertility is observed. In other experiments (9), similar data has been assessed and some other semen characteristics have been found to be correlated with fertility viz. percentage of rapid, medium, slow and static cells, lateral head displacement (9).

CONCLUSIONS

With the procedures of experiments 1 and 2, it was possible to estimate the variability between samples within and between rams for a number of semen characteristics assessed by computerised image analysis. The authors suggest that further experimentation is required for straw-frozen ram semen, involving a larger number of rams, samples and batches. However, our findings suggested that computerised image analysis of semen can offer reliable information of characteristics in fresh and pellet-frozen semen. Assessment of straw-frozen ram semen requires a greater number of samples and batches per ram than assessment of fresh and pellet-frozen ram semen for reliable results.

Progressive motility and motility were significantly correlated with fertility. For confidence limits of 5, 10 and 15 % in fertility it was necessary to assess up to 52, 13 and 6 straws using the data in experiment 3. With smaller confidence limits the number of straws required to be assessed increased. Motility and progressive velocity were the most important semen characteristics for fertility prediction in experiment 3. The importance of various semen characteristics in the prediction of fertility and the determination of a generalized equation for prediction of fertility will require the collection and analysis of considerably more data from a large number of rams.

References

(1) Eppleston, J., Maxwell, W. M. C., Battye, K. M. and Roberts, E. M. (1986). Effect of thawed motility and intra-uterine dose of motile sperm on fertility in ewes. *Proc. Aust. Soc. Reprod. Biol.* 18: 19.
 (2) Budworth, P. R., Amann, R. P. and Chapman, P. L. (1988). Relationships between computerized measurements of motion of frozen-thawed bull spermatozoa and fertility. *J. Androl.* 9: 41-54.
 (3) Jasko, D. J., Little, T. V., Smith, K., Leln, D. H. and Foote, R. H. (1988). Objective analysis of stallion sperm motility. *Theriogenology* 30: 1159-1167.
 (4) Evans, G. and Maxwell, W. M. C. (1987). Salamon's artificial insemination of sheep and goats. Butterworths, Sydney.
 (5) Quintana Casares, P., Maxwell, W. M. C., Wilson, H. R. and Seitchell, B. P. (1990). The effect of dose of motile spermatozoa inseminated by intrauterine and cervical inseminations on conception rate. *Proc. Aust. Soc. Reprod. Biol.* 22: 68.
 (6) Hamilton Thorn research (1989). HTM-S Motility Analyzer, operations manual, version 7.2, Hamilton Thorn Research, Inc. Damvers, Mass.
 (7) Snedecor, G. W. and Cochran, W. G. (1980). Statistical methods. Seventh edition. The Iowa State University Press. U.S.A.
 (8) SAS/STAT User's guide (1988). Release 6.03 edition. Statistical Analysis System Institute: Cary, North Carolina.
 (9) Quintana Casares, P. I. (1991). Studies on the relationship between characteristics of ram semen and fertility. Thesis for degree of Ph.D. of agricultural science. University of Adelaide, Adelaide. (Submitted).

REPEATABILITY OF COMPUTERISED IMAGE ESTIMATIONS OF FRESH AND PELLET-FROZEN RAM SEMEN CHARACTERISTICS.

P. I. Quintana Casares*, W.M.C. Maxwell** and R. W. Ponzoni**.

(* Animal Sciences Department, Waite Agricultural Research Institute, University of Adelaide. (**) South Australian Department of Agriculture, Adelaide, South Australia.

This study estimated variance components and repeatabilities of measurements of semen characteristics in fresh and frozen-thawed ram semen.

Semen was collected from 65 Merino rams by electro-ejaculation. Half the semen was assessed within 10 minutes of collection by computerised image analysis (Hamilton Thorn Motility Analyzer, Daintree Industries, Victoria) and the other half was processed with a tris based diluent and frozen in pellet form. Three weeks later the pellets were thawed (37°C) and evaluated using computerised image analysis. Variance components were estimated by analysis of variance. The fresh semen and frozen semen data were analyzed separately, fitting a model which included the effects of rams and samples within ram. Only one ejaculate per ram was obtained. Repeatability was calculated from the intra-class correlation.

Table 1. Variance components and repeatabilities of fresh and frozen-thawed semen characteristics assessed by computerised image analysis.

Semen Characteristic	Variance component (%)				Repeatability	
	Between Rams		Within ram		Fresh	Frozen
	Fresh	Frozen	Fresh	Frozen		
Total sperm/ml	78	80	22	20	0.79	0.80
Motile sperm/ml	78	76	22	24	0.78	0.76
Progressive motility	69	72	31	28	0.69	0.72
Motility	71	70	29	30	0.71	0.70
Progressive velocity	79	42	21	58	0.79	0.42
Mean lateral head displacement	67	34	33	66	0.61	0.34
Straightness	74	32	26	68	0.74	0.32
Path cell velocity	79	40	21	60	0.79	0.40
% Rapid cells	68	72	32	28	0.68	0.72
% Med. cells	79	51	21	49	0.79	0.51
% Slow cells	19	25	81	75	0.19	0.25
% Static cells	70	74	30	26	0.70	0.74

Variance components and repeatability estimates from fresh and frozen semen were, in general of similar magnitude (Table 1). The repeatability estimates were higher than those for straw-frozen semen in our other study (1). Such repeatabilities would suggest that reliable estimates of semen characteristics could be obtained by computerised image analysis of fresh and pellet-frozen semen. A major limitation of this study is that results are based on one ejaculate collected by electrical stimulation from each ram. Further studies are required using a larger number of ejaculates per ram, preferably collected by the more usual artificial vagina method.

(1) Quintana Casares, P. I. et. al. (1991). These proceedings.

REPEATABILITY OF COMPUTERISED IMAGE ESTIMATIONS OF STRAW-FROZEN RAM SEMEN CHARACTERISTICS.

P.I. Quintana Casares*, W.M.C. Maxwell**, S. Maddocks* and R.W. Ponzoni**.
 (*) Department of Animal Sciences, Waite Agricultural Research Institute, University of Adelaide. (**) South Australian Department of Agriculture, Adelaide, South Australia.

The characteristics of frozen-thawed ram semen vary between rams and between samples within ram (1). Little is known about the magnitude of this variation or the repeatability of ram semen characteristics assessed by computerised image analysis. This study estimated variance components and repeatabilities of measurements of straw-frozen ram semen characteristics.

Semen was collected by artificial vagina from 4 adult Merino rams, diluted in a tris based medium to a concentration of 200 million spermatozoa per ml, drawn into straws (0.5 ml; IMV, L'Aigle, France) and frozen stored in liquid nitrogen (-196°C). Three weeks later, semen was thawed (37°C) and evaluated using computerised image analysis (Hamilton Thorn Motility Analyzer, Daintree Industries, Victoria). The data had a hierarchical structure. Variance components were estimated by fitting a model which included the effects of rams, batches within ram, and straws within batch. All effects were treated as random and the last mentioned term was the error. Repeatabilities were estimated from the intra-class correlation, combining the appropriate variance components.

Table 1. Variance components and repeatabilities for frozen-thawed semen characteristics assessed by computerised image analysis.

Semen characteristic	Variance component (%)			Repeatability	
	Ram	Batch	Straws	Straws	Batches
Total sperm/ml	2	10	88	0.12	0.02
Motile sperm/ml	9	13	78	0.22	0.09
Progressive motility	16	16	69	0.31	0.16
Motility	3	2	75	0.25	0.03
Progressive velocity	5	25	70	0.30	0.05
Lateral head displacement	0	57	43	0.48	0.00
Straightness	29	10	62	0.38	0.29
Cell path velocity	5	24	71	0.29	0.05
% Rapid cells	14	15	70	0.30	0.14
% Medium cells	15	12	73	0.27	0.15
% Slow cells	0	2	98	0.02	0.00
% Static cells	2	22	76	0.24	0.02

The number of rams was too low for a reliable estimation of the variance component between rams. Nevertheless, the model was fitted to show how this kind of information could be analysed and interpreted. Another limitation of the data is that between ram variation may have been reduced due to selection of rams on the basis of semen attributes. There was a significant difference between batches in all semen characteristics ($p < 0.001$) except slow cells, and between rams for straightness ($p < 0.01$) and percentage of medium cells ($p < 0.05$). The largest variance component was between straws (Table 1). The repeatability for all semen characteristics between straws within batches was low, and even lower between batches within ram. Such low repeatabilities would indicate that more than one straw must be assessed to obtain reliable information from a batch of frozen semen and that several batches must be assessed from each ram. Further studies are required using larger numbers of unselected rams.

(1) Eppleston, J. et. al. (1986). Proc. Aust. Reprod. Biol. 18:19

" Viability of ram spermatozoa following frozen storage in maxi and mini straws at two concentrations"

P. Quintana Casares *, W.M.C. Maxwell ** and H. Wilson *** and B.P. Setchell.*

* Dept. Anim. Sci. Waite Agricultural Research Institute**S.A. Dept. of Agriculture, Adelaide.*** Elders Genetic Services

Ram semen may be frozen in pellets (1) or straws (2). This second method has two variants: mini straws (0.25 ml) and maxi straws (0.50 ml) (I.M.V. L'Aigle, France). Some workers (3, 6) found significant differences in between the two types of straws in terms of fertilization rate using frozen semen and some economical advantages. The development of A.I. by laparoscopy (4) has reduced the number of sperm necessary per insemination. However in all these new techniques, an accurate semen assessment is needed which can not be achieved by subjective analysis, but can be achieved by an accurate instrument like the Hamilton Thorn (HTM) computerized image analyzer (5). The aim of this work is to use results of semen analysis with the HMT in determining any significant difference between freezing ram semen in maxi and mini straws at two different concentrations (200/400E+6 Sperms/ml) in terms of percentage of Progressive Motility (PM), percentage of Motility (MOT) and number of Motile cells per millilitre (MC). The PM is defined as The number of sperm cells moving with linear index (the ratio of the progressive velocity and the cell path velocity, expressed as percentage) greater than the critical linear index set by the operator, divided by the total number of motile and non-motile sperm cells, it is expressed as a percentage. The MOT, is the ratio of motile sperm cells to total sperm cells given as a percentage. Finally, MC is derived from the number of motile objects. The dilution factor and the specimen cell thickness are used to calculate the undiluted concentration. It is given in millions per millilitre. The experiment was conducted in the Elders Genetic Division laboratory at Mt. Bryan, during September and October, 1988. Semen from three rams was collected by artificial vagina and assessed firstly by microscope for Mass Motility, to find semen equal to or greater than 3.1 on a scale of 1 to 5, and then evaluated for density by photocolormeter (calibrated with the HMT). The semen was diluted with fructose-tris-egg yolk-glycerol diluent and split and divided to two concentrations (200 and 400 Million spz/ml) and cooled down to 5°C over 1.5 hrs. The diluted semen was drawn into maxi and mini straws which were then frozen using liquid nitrogen (7). Within three weeks, some of the straws were allowed to thaw at 37.0 °C and PM, MOT and MC were assessed using the HMT motility analyzer. Statistical analysis was conducted using analysis of variance. In general terms, there was an interaction between ram and type of straw ($P < 0.001$) in all of parameters measured and a clear variation due to individual rams ($P < 0.01$).

Table 1. Effect of the ram, type of the straw and sperm concentration on percentage of progressive motility (PM), percentage of motility (MOT) and motile cells per millilitre (MC) as determined by the HMT motility analyzer.

Ram	Concent.	PM		MOT		MC	
		maxi	mini	maxi	mini	maxi	mini
A	200	60.51	37.25	65.30	40.53	210.91	115.64
	400	63.06	46.45	69.96	50.44	465.18	263.13
B	200	40.13	43.43	45.38	47.09	368.88	149.55
	400	33.81	35.93	40.84	41.29	221.08	272.20
C	200	62.25	70.20	68.50	75.25	242.60	274.65
	400	64.10	67.35	70.95	37.35	369.05	456.45

The ram-straw interaction was due to the fact that mini straws were satisfactory with ram A, but no worse, or possibly even slightly better with ram B and C. There was no effect of the sperm concentration on the post-thaw motility.

- (1) S. Salamon and D. Visser (1972). Aust. J. Biol. Sci. 25, 605-18.
- (2) G. Colas (1975) J. Reprod. Fert. 42, 277-85
- (3) T.G. Kroetsch (1988) In: 11th conference of animal reproduction and artificial insemination, Dublin, Ireland. p. 267-9.
- (4) I.D. Killen and G.J. Caffery (1982) Aust. Vet. J. 59, 95.
- (5) W.M.C. Maxwell (1990) in: Proceedings of the 8th conference of the A.A.A.B.G., thecnology prospects and transfer. Hamilton and Palmerston north, N.Z. p. 531-32.
- (6) B.W. Pickett and W.E. Berndtson (1974), J. Dayry Sci. Vol. 57: N.11, 1287-1301.
- (7) G. Evans and W.M.C. Maxwell (1987) Salamon's artificial insemination of sheep and goats. Butterworths. Sydney.

La aplicación de modelos de simulación para la solución de problemas de uso del pastizal.

Quito López Tirado¹

La dificultad de hacer estimaciones de productividad primaria en pastizales, sobre todo en aquellas de zonas áridas y semi-áridas, plantea la necesidad de utilizar métodos no convencionales con el propósito de ayudar a entender y resolver los problemas de manejo que éstos presentan. El sobrepastoreo es un problema común en los pastizales, casi siempre se hacen apreciaciones erróneas en las que se tiende a sobrevalorar la capacidad de producción de los pastizales. Con el propósito de ilustrar el uso de modelos de simulación para estudiar los problemas planteados, se presenta un estudio de caso en el que, primero, se hace un análisis de la productividad primaria y, segundo, se valoran los efectos de la frecuencia, intensidad y época de corte sobre la productividad primaria.

Los sitios estudiados se ubican en el Altiplano Potosino, el cual constituye el extremo sur del Desierto Chihuahuense, con elevaciones que van de los 2000 a los 2300 msnm. Esta área sólo puede sostener una agricultura errática, a menos que haya aprovechamiento de escurrimientos; en cambio, los recursos de la vegetación natural se utilizan ampliamente a través de la ganadería y de la recolección, por lo que su uso apropiado resulta de primordial importancia, si ha de mantenerse una producción sostenida. En el escrito, básicamente se abordan los aspectos biológicos del manejo, si bien no se soslayan los socio-económicos y políticos.

Importancia del estudio.

El pastoreo extensivo es la forma más amplia de uso de la vegetación de las zonas áridas. Con la introducción del ganado europeo, las posibilidades de explotación de estas zonas se ampliaron, pero también se ampliaron las posibilidades de sobreuso de dichos recursos. Durante un trabajo previo (López, 1983), el autor tuvo oportunidad de observar que la gran habilidad de los pastores para manejar el ganado, era contrastante con su pobre capacidad para hacer lo mismo con los agostaderos. Claro está, aquí cabe observar que, la ya hecha celebre frase de tragedia de los comunes adquiere gran relevancia: a la baja capacidad técnica para manejar los agostaderos, se agrega el conflicto del uso individualista de los recursos comunales. En este contexto, la situación se complica aún más por los problemas de mercado que, en no pocas ocasiones,

¹Profesor-Investigador del Departamento de Zootecnia Universidad Autónoma Chapingo.

obligan al ganadero a mantener en los agostaderos los animales que están destinados al mercado, por más tiempo del que normalmente permanecerían, si adecuados precios (no especulativos) le fueran ofrecidos.

Por otra parte, la deforestación con fines agrícolas, particularmente acelerada durante el régimen de López Portillo, y para la extracción de madera, ha incrementado la presión de uso sobre el área remanente de agostadero. Esto pudo ser constatado para el municipio de Salinas, SLP en un trabajo preliminar. El análisis de esta información reveló que la capacidad de carga de estos agostaderos, considerando los datos de COTECOCA, estaba siendo excedida dos o tres veces (Núñez y López, datos no publicados). Esta excesiva carga puede ser mantenida debido a la suplementación estacional de los animales, y al uso de hatos mixtos de caprinos, ovinos, bovinos y equinos, que no dejan planta sin ser mordisqueada. Por tanto, el continuo y fuerte uso de estos recursos está conduciendo a los agostaderos a estadios cada vez menos productivos, con fuertes pérdidas no sólo de cubierta vegetal sino de suelo.

En general, se ha fallado en manejar de manera sostenida los pastizales. Bajo condiciones favorables del recurso natural un mal manejo produce resultados subóptimos, pero cuanto más críticas son las condiciones de producción, podríamos asegurar que los efectos de un mal manejo son más graves. Humprey y Lister (1941) señalan cuatro elementos fundamentales para lograr un buen manejo de agostaderos: uso estacional adecuado, número adecuado de animales, especie adecuada al tipo de vegetación, y distribución apropiada de animales. Poner en práctica estos principios fundamentales de manejo de agostaderos para conseguir una producción sostenida, requiere decisiones de manejo con el propósito de mantener una adecuada composición botánica para la producción animal. Jones y Brockington (1971) clasifican estas decisiones en aquellas que tienen implicaciones en los corto, mediano y largo plazos. Generalmente, las dos primeras se asocian con decisiones relacionadas con el ajuste de la producción de forraje a las necesidades de los animales durante un ciclo de pastoreo. Estos autores reconocen que aunque la mayoría de las decisiones de manejo tienen implicaciones de corto, mediano y largo plazos, éstas son raramente hechas previendo consecuencias a largo plazo. Esto es, no sólo los pastores con bajo nivel de instrucción cometen estos errores de manejo, sino que el problema es tan complejo, que incluso científicamente no ha sido resuelto.

La revisión de literatura indica que, en el caso de manejo de pastizales, no existe tecnología para ser exportada de una región a otra. Afirmaciones como la de Jameson (1970) y Jameson et al (1984) en el sentido de que existe tecnología para doblar o triplicar la producción de los agostaderos, parecen estar lejos de la verdad. Dado el costo de las prácticas agronómicas y los riesgos climáticos, éstas resultan prohibitivas en condiciones normales. Por otra parte, Harper (1977) concluye, de una revisión bibliográfica sobre los efectos del pastoreo y secundarios, que la información es altamente específica para especies y sitios y que

por lo tanto no puede ser construida una teoría coherente sobre el particular.

Por lo arriba expuesto cualquier técnica que nos permita hacer extrapolaciones fácilmente, o bien aplicarla con relativa facilidad a nuevas condiciones, resulta de gran interés. Los modelos de simulación requieren de mucha información y su generación sería costosa, pero cuando esta información es producida por un colectivo científico amplio a través del tiempo, y esta resulta factible de ser incorporada a un modelo, entonces el ejercicio resulta justificado.

El uso de modelos para estimar productividad potencial ha sido exitoso (Detling et al, 1979; Johnson y Thornly, 1983; Johnson y Parson, 1985), por lo que resulta interesante intentar su uso para estudiar otros factores que afectan la producción de forraje. Con la construcción del presente modelo se intenta evaluar el efecto de la frecuencia, intensidad y estación de defoliación así como variaciones en cantidad y distribución de la precipitación sobre la producción de forraje y productividad primaria.

Descripción del área de estudio.

Los sitios estudiados están localizados al sureste del estado de Zacatecas (Loreto y Villa Hgo., Zac.) y al oeste (Villa de Arriaga, SLP) y noroeste (Salinas, SLP) de la ciudad de San Luis Potosí. El clima de las áreas más húmedas (Villa de Arriaga y Loreto) es clasificado como un BS₁ con 400 a 450 mm de precipitación, y el de las más secas como BS₀ con 350 a 400 mm y una temperatura media anual de 17° C (García, 1973). Dado que la precipitación juega un papel fundamental en la determinación de la productividad primaria, para dar una idea del tipo de variación que podemos encontrar en cuanto a cantidad de lluvia, los datos de Villa de Arriaga, desde 1926 hasta 1985, fueron graficados en la figura 1. Como puede observarse, existe una gran variabilidad en la cantidad de precipitación, en este periodo se observa una clara tendencia hacia la reducción en la media de precipitación. No se sabe, sin embargo, si esta tendencia sea parte de un ciclo más largo. Por medio de análisis espectral (Chatfield, 1984; Bowerman and O'Connell, 1984), se pudo también descubrir que existe un fuerte ciclo de precipitación cada ocho años.

Para dar una mejor idea de las condiciones de precipitación encontradas en los cuatro sitios estudiados, éstos se describen con mayor precisión en la tabla 1.

Los suelos en general son someros, de textura media y con frecuencia pedregosos. Su pH es ligeramente ácido (6.5). El contenido de materia orgánica es variable y está en función del grado de erosión (García y Villa, 1977).

Vegetación. Las comunidades naturales varían de los matorrales inermes a los espinosos, con inclusiones de pastizales que eventualmente se extienden en una parte importante de las áreas. Una especie importante en dichos pastizales es *Bouteloua gracilis*, por lo que el modelo fue parametrizado para dicha especie. Sin embargo, de acuerdo con los datos existentes sobre tasas de

fotosíntesis y eficiencia de uso del agua (Nobel, 1988), el modelo podría haber sido parametrizado para cualquiera de las gramíneas C₄ presentes en estas áreas, sin afectar demasiado el resultado final.

Estructura del modelo.

El modelo fue descrito previamente por López y Jones (1991). Este consta básicamente de tres submodelos: productividad primaria, balance de agua y utilización. La información con que se alimenta el modelo consiste de datos fisiológicos de *B. gracilis*, textura del suelo, pendiente y su efecto sobre la cantidad de escurrimientos y variables climáticas.

Resultados y discusión.

Productividad primaria. Se calculó la productividad primaria para los cuatro sitios estudiados para un periodo de diez años. Los valores de biomasa aérea y subterránea producidos, así como de eficiencia de uso del agua, se concentran en la tabla 2. Las diferencias observadas entre años y sitios deben ser atribuidos a diferencias en cantidad y distribución de la lluvia (sobre todo a esta última), ya que fueron los únicos datos disponibles en una base diaria. Hubiera sido deseable contar con datos diarios de velocidad de viento, esto nos hubiese permitido hacer una mayor diferenciación entre sitios. No obstante que no fue posible contar con una más detallada información climática, los resultados de la simulación nos permiten sacar algunas conjeturas en relación al potencial de los cuatro sitios para sostener pastizales naturales.

El sitio más húmedo (Loreto, Zac.) no difirió mucho de otro más seco (Villa de Arriaga), en lo que se refiere a eficiencia de uso del agua. En general, ambos sitios fueron mejores que los dos restantes para el desarrollo de pastizales perennes. En todos los años estos sitios recibieron lluvia suficiente para producir crecimiento y favorecer la persistencia de los órganos de reserva, asegurando así la persistencia de las plantas. En cambio, en los otros dos sitios (Salinas, SLP y Villa Hgo., Zac.) se presentaron algunos años sin precipitación efectiva para producir crecimiento de la especie. Por lo tanto, puede asumirse que la persistencia de pastizales en estos sitios depende en mayor medida de la producción de semilla que en los sitios más húmedos, a menos que exista un apreciable aporte de humedad por escurrimientos. Dada la gran variabilidad estacional y espacial en la producción de estas áreas, la mejor forma de utilizarlas es el manejo de grandes extensiones que permitan compensar la variación entre sitios.

Efecto de la defoliación sobre la productividad primaria.

Con el propósito de estudiar el efecto de la defoliación sobre la productividad primaria, se planearon varios experimentos con el modelo. Primero, se evaluó el efecto de defoliaciones únicas a diferentes estados fenológicos (0.5, 1.0, 1.5 y 2.0, las primeras