

164863

~~Dis~~ Diseño y Analisis de Experimentos en investigacion agricola  
multidisciplinaria Caso investigacion con pasturas tropicales <sup>1\</sup>

Maria Cristina Amezquita <sup>2\</sup>  
Jefe Unidad de Biometria, CIAT



14854

9 MAR 1994

<sup>1\</sup> Trabajo presentado durante el IV Simposio Nacional de Estadistica, Bogota  
Colombia Junio 7 11 1993

<sup>2\</sup> Correspondencia Unidad de Biometria CIAT  
Apartado Aereo #67 13  
Cali Colombia

## CONTENIDO

	Pag
1 Naturaleza de la investigación con pasturas tropicales El diseño y Analisis con pasturas	1
2 Diseño y Analisis de Experimentos en distintas etapas de la investigación con pasturas Estudios de caso	3
2 1 Evaluacion agronomica de nuevas colecciones gramíneas y leguminosas	3
Estudio #1 Metodología de analisis para la evaluacion de grandes colecciones Caso Genero <i>Brachiana</i> en Brasil	3
Estudio #2 Rango de adaptacion agronomica de un cultivar, mediante un diseño multi locacional Caso Cultivar Pucallpa' en Tropico humedo americano	4
2 2 Evaluacion en sistemas de produccion animal carne, leche doble proposito Sistemas de pasturas con cultivos	5
Estudio #3 Fuentes de variacion inherentes a ensayos de pastoreo Sus implicaciones sobre el Diseño Experimental	5
Estudio #4 Diseños experimentales en ensayos de produccion de leche	8
3 Resumen y Conclusiones	12

# Diseño y Analisis de Experimentos en investigacion agricola multidisciplinaria Caso investigacion con pasturas tropicales <sup>1</sup>

María Cristina Amezcua  
Jefe Unidad de Biometría CIAT, Cali Colombia

## 1 Naturaleza de la investigación con pasturas tropicales El Diseño y análisis de experimentos con pasturas

La investigación con pasturas tropicales es compleja. Trata con cultivos perennes cuyo producto final no se logra en el momento de cosecha como sucede con los cultivos de ciclo vegetativo corto como el maíz, la papa, el trigo sino se expresa como kg de leche, carne, lana o sub productos animales producidos por una unidad animal definida en un tiempo determinado. Solo en circunstancias muy especiales el producto final de una pastura es el heno. Al compararla con la investigación en los cultivos de ciclo corto la investigación en pasturas muestra una serie de características muy particulares que la hacen más compleja es de larga duración exige mayor extensión de tierra para los experimentos es costosa requiere del estudio de múltiples componentes de investigación tales como de la relación suelo planta relación planta planta (en el caso de asociaciones) relación planta animal efecto del animal sobre la planta relación animal técnicas de manejo (tanto de la pastura como de los animales) y finalmente relación de todo este sistema suelo planta animal con el medio ambiente. Las anteriores características exigen al investigador en pasturas trabajar en etapas sucesivas. En cada etapa se van seleccionando científicamente aquellas gramíneas o leguminosas promisorias con base en criterios pre establecidos que incluyen adaptación al ambiente capacidad de producción de biomasa resistencia a plagas y enfermedades capacidad de acoplamiento en asociación con otras pasturas comportamiento bajo pastoreo potencial para producción animal (carne leche doble propósito) y finalmente productividad animal en hatos comerciales o en sistemas de pasturas con cultivos.

Los fundamentos de la Biometría moderna y con ella las bases del diseño y análisis de experimentos agrícolas se remontan a 1925 cuando Sir Ronald Aylmer Fisher de la estación experimental de Rothamsted Inglaterra publicó su libro *Statistical Methods for Research Workers*. Sin embargo sus principios y métodos surgieron de la necesidad de resolver problemas de investigación con cultivos de ciclo corto. La investigación con pasturas especialmente en la etapa de producción animal plantea retos estadísticos específicos. Citaremos algunos: a) Fuentes de variación inherentes a este tema de investigación las cuales deben ser tomadas en cuenta para el diseño experimental tales como variabilidad del suelo efecto estacional variabilidad de la pastura (monocultivo asociación de varias pasturas asociación de pasturas con árboles asociación de pasturas con cultivos vegetaciones nativas) variabilidad animal (asociada con raza sexo edad estado corporal procedencia condiciones de sanidad animal etc) y variabilidad en las técnicas de medición b) Necesidad de definir claramente la unidad experimental en cada etapa de investigación la cual según el objetivo del proyecto puede

---

<sup>1</sup> Trabajo presentado durante el IV Simposio Nacional de Estadística Bogotá, Colombia, Junio 7-11, 1993

venir desde una sección de tejido de una parte específica de la planta hasta un potrero con su hato asociado c) Necesidad de considerar e implementar diseños no ortogonales desbalanceados no replicados d) Confusión inevitable en ensayos de pastoreo entre factores experimentales y prácticas de manejo de la pastura y del hato y e) Co existencia de variables de respuesta continuas como producción de biomasa (en kg) o producción de carne (en kg) y categóricas como concepción aborto natalidad muerte lo cual exige el uso de modelos y métodos estadísticos apropiados para cada caso

Este trabajo pretende ilustrar con estudios de caso algunos diseños experimentales y métodos de análisis de la información generada en las distintas etapas de investigación con pasturas tropicales. Los ejemplos utilizados son casos reales de investigación del CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical)

## 2 Diseño y Análisis de experimentos en distintas etapas de la investigación con pasturas

### 2.1 Evaluación agronómica (unilocal y multilocal) de nuevas colecciones de gramíneas y leguminosas

#### Estudio #1 Una metodología de análisis para la evaluación de grandes colecciones Caso Género *Brachiana* en Brasil

María C. Amézquita y Cecilia do Valle (1992)

Este estudio ilustra una metodología de análisis de la evaluación agronómica realizada por EMBRAPA en Campo Grande Brasil de la colección que mantiene el CIAT de las gramíneas de género *Brachiana* compuesta por 194 accesiones pertenecientes a 9 especies distintas. El diseño experimental fue de Parcelas Divididas con 3 repeticiones donde especie corresponde a la parcela principal y accesión a la sub parcela. Para evaluar el comportamiento agronómico de cada accesión se realizan mediciones periódicas que cubren las épocas estacionales contrastantes durante un mínimo de dos años. Las variables de respuesta observadas incluyen vigor producción de biomasa capacidad de rebrote floración temprana y resistencia al insecto salivazo.

Para efectos de análisis estadístico a) Se generan indicadores que resumen el comportamiento de cada accesión en las dos épocas (sequía y lluvia) b) se usan técnicas de reducción de dimensionalidad (Análisis Factorial con rotación varimax en este caso) para expresar la respuesta de la planta mediante un conjunto reducido de factores no correlacionados y c) dentro de cada una de las 9 especies se agrupan las accesiones con comportamiento similar (mediante un Análisis de Conglomerados sobre los factores resultantes de la etapa anterior). Como resultado del Análisis Factorial aplicado a 10 indicadores de comportamiento agronómico se identificaron 4 factores independientes. Ellos se utilizaron como criterios de clasificación de las accesiones de cada especie lo cual permitió seleccionar las mejores (ver tabla 1).

#### Estudio #2 Rango de adaptación agronómica de un cultivar, mediante un diseño multilocal. Caso Cultivar Pucallpa en el Trópico húmedo americano

María C. Amézquita, J.M. Toledo y G. Keller Grein (1991)

La leguminosa forrajera *Stylosanthes guianensis* CIAT 136 liberada en 1985 con el nombre de cultivar Pucallpa por IVITA (Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura) e INIPA

(Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria) del Perú fue introducida a América desde Australia. Su gran atractivo es su resistencia al hongo antracnosis, el principal problema en su género. El propósito de este estudio fue cuantificar la capacidad de adaptación y producción de biomasa del cultivar Pucallpa en la América tropical. Para esto se utilizaron datos de 32 ensayos realizados entre México y Bolivia. El diseño experimental de cada ensayo en donde se probaron muchas otras leguminosas fue de Parcelas sub divididas con 4 repeticiones utilizando especie como parcela principal, accesión como sub parcela y edad de evaluación como sub sub parcela.

La metodología de análisis estadístico incluye: a) la definición de indicadores de rapidez de establecimiento y capacidad de producción de biomasa; b) la identificación de parámetros ambientales que afecten el establecimiento y producción del cultivar Pucallpa (mediante regresión en etapas); c) la identificación de grupos de sitios con condiciones ambientales similares (mediante un Análisis de Conglomerados) y d) la descripción del comportamiento agronómico del cultivar en cada grupo de ambientes.

Este estudio demostró que el cv Pucallpa es altamente tolerante a la antracnosis en un muy amplio rango de ambientes (tabla 2) que se adapta mejor a zonas de baja altitud con suelos ácidos, baja materia orgánica, moderadamente arenosos y buena precipitación (tabla 3).

## 2.2 Evaluación en sistemas de producción animal carne leche, doble propósito. Sistemas de pasturas con cultivos

### Estudio #3 Fuentes de variación inherentes a ensayos de pastoreo. Sus implicaciones sobre el Diseño Experimental

María C. Amézquita (1984)

Los experimentos de pastoreo se ven afectados por varias fuentes adicionales de variabilidad inherentes al material experimental, las cuales el investigador debe tener en cuenta para el correcto diseño de su experimento. Estas están relacionadas con los siguientes hechos: cada tratamiento que se aplique al pasto y/o animal puede tener consecuencias a largo plazo que no pueden medirse en períodos de tiempo que serían apropiados en ensayos agronómicos. Los efectos de tratamientos muy seguramente mostrarán interacción con las condiciones climáticas en las cuales se aplicaron inicialmente, los ensayos de pastoreo exigen parcelas más grandes (mínimo de 1 ha) que los ensayos agronómicos, pues el tamaño de la parcela debe ser el mínimo que soporte el número necesario de animales para estimar producción animal con precisión y finalmente la variabilidad animal unida a la variabilidad de la pastura *per se* impone una variabilidad extra en la relación pastura/animal que dependiendo como se maneje producirá efectos de tratamientos distintos.

Por consiguiente, en la planeación de un ensayo de pastoreo hay que considerar cinco aspectos básicos de variabilidad inherentes al sitio y material experimental:

**Variabilidad del suelo** en la zona sobre la cual se desea hacer la generalización de los resultados. Salinas (1983) considera que para suelos Oxisoles y Ultisoles los principales parámetros a tomar en cuenta son pH, % de saturación de Al, % de saturación de Ca, % de saturación de Mg, fósforo disponible y materia orgánica como parámetros químicos y textura, drenaje, topografía y capacidad de retención de agua como parámetros físicos. Con base en esta información el investigador decidirá sobre el número y la ubicación espacial de las repeticiones de campo de tal manera que sean representativas de la zona de interés.

**Variabilidad del clima** en la zona sobre la cual se desea hacer la generalización de los resultados. Existe evidencia experimental (tabla 4) de que la producción de una pastura tanto

en términos de forraje como de producción animal varía notablemente con la época estacional y con el año de evaluación. Esto implica que la variabilidad climática de una zona debe analizarse bajo dos aspectos: variabilidad dentro del año y variabilidad entre años. La variabilidad dentro del año o variabilidad estacional determinará el número y espaciamiento entre las evaluaciones sobre producción de la pastura durante el año; la variabilidad entre años determinará la necesidad o no de realizar repeticiones físicas en el tiempo con grupos de animales y potreros experimentales diferentes. La duración total del experimento está determinada por la capacidad de recuperación de la pastura al pastoreo y las variantes estacionales durante el año.

**Variabilidad de la pastura o pasturas que constituyen el material experimental.** Los principales aspectos que influyen sobre la variabilidad de la pastura *per se*, son (a) Su naturaleza: si se trata de un monocultivo, de una asociación o de una comunidad nativa (sabana cerrado toruro) pues dependiendo del grado de compatibilidad una asociación puede mostrar menor o mayor variabilidad que alguno de sus componentes en monocultivo; (b) Su hábito de crecimiento: muestran mayor variabilidad las plantas erectas que las rastreras; y (c) el grado de compatibilidad que exista entre las plantas de la asociación, determinado por la competencia entre ellas por agua, luz y nutrientes. La tabla 5 muestra la variabilidad en los parámetros: producción de materia seca total de gramínea (MS), materia seca verde de gramínea (MSv) y materia seca muerta de gramínea (MSm) para cuatro pasturas evaluadas en la estación experimental Quilichao bajo pastoreo en iguales condiciones ambientales: *A. gayanus*, *Brachiaria humidicola*, *B. decumbens* y *A. gayanus* asociado con *Centrosema pubescens*.

**Variabilidad animal.** En ensayos de pastoreo el animal juega el papel de ser el principal instrumento de medición de la productividad de la pastura. Por tanto es muy importante hacer una selección adecuada del tipo de animales a utilizar de acuerdo con dos criterios: que sean representativos de la población animal a la cual se desea ofrecer la pastura y que conformen un grupo lo más homogéneo posible. La variabilidad en la respuesta animal depende de varios factores: raza, nivel de avance genético, categoría animal dentro de una misma raza, tipo de ganado (de leche, de carne, de doble propósito) y condiciones de estrés a que esté sometido el animal. Wilson (1975) muestra la variación de algunos parámetros de producción de cultivos en Inglaterra; sus datos están resumidos en la tabla 6 e indican que el orden del CV para cultivos es de 20% aproximadamente, mientras que para animales es de alrededor del 30%. Sin embargo, dentro de los experimentos con animales, 43 ensayos de ganancia de peso en novillos reportan CV del orden del 20% mientras que experimentos con ganado adulto (novillos de más de 2 años) reportan CV para ganancia de peso entre 39 y 42%. Las tablas 7 y 8 muestran la variación en peso de destete, peso de 18 meses e intervalo entre partos en ganado Cebu Brahman puro y en ganado cruzado Cebu x Criollo. La tabla 9 muestra que la mayor variabilidad en ganancias de peso es atribuible a la época estacional.

**Variabilidad en la forma de medición de las variables de respuesta:** tanto de producción animal como de producción agronómica. En general el investigador debe considerar como técnica óptima de medición aquella que presente la mínima variabilidad en los resultados; esto es, que minimice el error estándar del estimado.

#### Estudio #4 Diseños Experimentales en ensayos de producción de leche

##### 1 Diseños continuos vs diseños Crossover

Los diseños experimentales con animales se clasifican en dos grupos: los diseños de tipo continuo y los diseños de tipo change over, crossover o de sobre cambio. Un diseño continuo es aquel en el cual un animal una vez asignado a un tratamiento permanece en él hasta el final del experimento. Un diseño change over es aquel en el cual un animal recibe en secuencia dos o más tratamientos. Estos

últimos juegan un papel muy importante en experimentación animal porque requieren un menor número de tratamientos y estudiar sin aumentar el número de animales. Han sido utilizados en estudios nutricionales de metabolismo y en experimentos de dietas alimenticias para vacas lactantes (Lucas 1976 y Stobbs and Sandlad 1972) donde el grupo de vacas recibe en secuencia las distintas dietas bajo estudio con intervalos de tiempo entre dietas que permitan eliminar el efecto residual del tratamiento anterior. Stobbs y Joblin (1966) utilizaron un diseño change over para evaluar producción de carne donde el grupo de animales experimentales fue expuesto a todos los tratamientos separando los períodos de evaluación de 8 semanas por períodos de estandarización de 2 semanas. Sin embargo los diseños change over son útiles solamente si se consideran válidos los resultados de producción obtenidos en períodos cortos de medición.

Los dos tipos de diseños difieren en tres aspectos básicos (Lucas 1976)

El tipo de efecto de tratamiento que permite estimar cada diseño. Dado que el tiempo que un animal puede permanecer bajo experimentación es limitado (hasta alcanzar el peso de mercado en caso de estudios de crecimiento o durante el período de lactancia en ensayos de producción de leche) el tiempo de exposición a un tratamiento es más largo en diseños continuos que en diseños change over. Por lo tanto un diseño continuo estima el efecto de tratamiento a largo plazo mientras que el change over estima el efecto a corto plazo en períodos puntuales. Así los efectos de tratamiento estimados por cada diseño pueden ser diferentes.

La magnitud del error experimental. En el diseño continuo el error experimental incluye la variabilidad entre animales dentro de tratamiento mientras que en el change over el error experimental incluye la variabilidad dentro de los animales. Así, en general se espera que la magnitud del error experimental sea mayor en diseños continuos que en diseños change over.

La capacidad del diseño para controlar las fluctuaciones en comportamiento animal debidas al factor tiempo. En un diseño continuo los animales se exponen a todos los tratamientos al mismo tiempo y por lo tanto cualquier sesgo en el patrón de comportamiento animal debido a tiempo afecta por igual a todos los tratamientos y no hay necesidad de considerarla. Por el contrario en ensayos change over los animales se exponen a los tratamientos en distintos tiempos y así la respuesta animal debida a tratamiento puede estar confundida con los sesgos en el patrón de comportamiento asociados con tiempo. Por ejemplo en novillos de levante la tasa de ganancia de peso aumenta con la edad del animal, en vacas de leche la tasa de producción de leche disminuye con la edad de lactancia.

Estas tres consideraciones deben tomarse muy en cuenta antes de utilizar un diseño tipo change over. En el caso de sistemas de producción extensivos en donde no hay limitación en cuanto a número disponible de animales experimentales los diseños experimentales que se recomienda utilizar son de tipo continuo. En el caso de sistemas de producción semi intensivos donde existe limitación en el número de vacas disponibles para experimentación se pueden recomendar diseños Crossover siempre y cuando el manejo de estos ensayos esté bajo el control del investigador o en estrecha colaboración con el.

## 2 Diseños Crossover. Sus características. Condiciones para su aplicación en fincas

Hay varios tipos de diseños Crossover cuya clasificación se hace según tres supuestos fundamentales: a) La secuencia de aplicación de los tratamientos a los sujetos al azar vs en secuencia ordenada; b) La existencia o no de una tendencia esperada en la respuesta de los sujetos a través del tiempo y el supuesto de que esa tendencia sea igual o no para todos los sujetos; y c) El interés o no de estimar el efecto residual de un tratamiento y la capacidad práctica de evitar efectos residuales si es que no son de interés para el investigador. Mencionaremos cuatro distintos diseños CROSSOVER (Gill J 1978, Martínez García A 1983). El primero Complete Block Crossover es el único en el cual la secuencia de aplicación de tratamientos a los sujetos se hace al azar. El segundo y el tercero Balanced

Complete Block Crossover y Latin Square Crossover exigen la aplicación de los tratamientos a los sujetos en secuencias ordenadas suponen la no existencia de efectos residuales aunque sí suponen la existencia de tendencia en la respuesta de los sujetos en el tiempo. El último Latin Square Crossover con posibilidad de estimar efectos residuales supone la existencia de efectos residuales, permite estimarlos y estima el efecto directo de tratamiento corregido por efectos residuales. Para evitar errores de interpretación preferimos mantener en este documento los nombres de cada diseño en inglés.

### 3 Una aplicación

#### Período de acostumbramiento para estimar producción de leche bajo pastoreo en época seca

María C. Amézquita, C. Lascano y G. Lema (1990)

En ensayos de pastoreo que evalúan el efecto de la pastura sobre la producción de leche se ha propuesto el uso de diseños de sobre cambio (Change over Design) los cuales permiten medir el efecto de los tratamientos utilizando un menor número de animales experimentales. Contrario a los diseños continuos en donde un animal se somete a un solo tratamiento durante todo el período experimental en los diseños de sobre cambio un animal recibe una secuencia de tratamientos en el tiempo pero su uso exige eliminar el efecto residual del tratamiento anterior.

Con el fin de determinar el número apropiado de días de acostumbramiento al pasar a un tratamiento de pastura se analizaron datos de producción de leche provenientes de un diseño de sobre cambio de  $(3 \times 3)$  (3 pasturas, 3 períodos de 14 días cada uno, 3 vacas, 1 vaca por pastura) realizado en la sub-estación CIAT Quilichao. Las pasturas fueron *Brachiaria dictyoneura* sola y asociada con *Centrosema acutifolium* CIAT 5568 y *Centrosema macrocarpum* CIAT 5713 evaluadas en época de sequía.

El análisis comprendió el ajuste de modelos lineales y lineales segmentados que describen el comportamiento de la producción de leche/vaca en cada período experimental de 14 días. Se analizaron 3 secuencias de pasturas:

- a)  $B \text{ dictyoneura} > B \text{ dictyoneura} + C \text{ acutifolium}$
  - b)  $B \text{ dictyoneura} + C \text{ macrocarpum} > B \text{ dictyoneura}$
  - c)  $B \text{ dictyoneura} + C \text{ acutifolium} > B \text{ dictyoneura} + C \text{ macrocarpum}$
- (ver fig. 1.4)

Los resultados sugieren que en época seca donde la producción de leche ( $Y$ ) muestra un decrecimiento a través de los 42 días experimentales según la ecuación  $Y = 11.5 - 0.12R^2 = 68$ ,  $S_{yx} = 99$  se observa que a) al pasar de la gramínea pura a la asociada, la respuesta en aumento de producción fue inmediata (de 8.9 a 9.9 y de 7.8 a 8.3 kg leche/día) lográndose una estabilidad dentro de los primeros 6 días; b) Al pasar de la gramínea asociada a la pura la producción decrece (de 9.44 a 7.3 y de 10.3 a 7.8 kg leche/día) estabilizándose en un nivel más bajo entre los 7 y los 13 días; c) Al pasar de una asociación a otra no hubo necesidad de un período de acostumbramiento.

Los resultados sugieren que bajo estrés climático un período de acostumbramiento de hasta 13 días es necesario cuando se pasa a los animales a una pastura de menor calidad. Mientras que en el caso contrario cuando se pasa a los animales a una pastura de mejor calidad el período necesario de acostumbramiento es más corto, máximo de 6 días.

## **RESUMEN Y CONCLUSIONES**

Hemos presentado aplicaciones reales del Diseño y Análisis de Experimentos en un área específica de investigación agrícola la investigación con pasturas tropicales. Los distintos componentes de este complejo tema de investigación han sido descritos y el rol que desempeña el Diseño y Análisis de experimentos en cada fase ha sido ilustrado con ejemplos concretos.

El mensaje que pretendemos llevar a la comunidad de Estadísticos es que nuestra profesión tiene un rol fundamental que cumplir en el campo de la investigación agrícola, y en particular en temas donde hay un mayor número de factores adicionales a los factores experimentales que causan variación sobre las variables de respuesta. El reconocimiento y control apropiado de estas fuentes de variabilidad a través de un Diseño Experimental apropiado forman una parte fundamental del éxito de la investigación. La Biometría moderna nació en Inglaterra en zonas templadas en respuesta a una serie de interrogantes que los investigadores agrícolas se hacían. Nuestro mundo tropical presenta nuevos retos para el profesional de la estadística y de la Biometría. El papel del Biometrista es no solo el de utilizar los métodos desarrollados en países de zonas templadas sino adaptar o innovar cuando sea necesario. Es aquí donde está nuestro reto.

## REFERENCIAS

- Amézquita M C y Do Valle C Cacilda 1992 A Data Analysis Methodology for the evaluation of large germplasm collections Case study evaluation of the CIAT *Brachiaria* collection in Brazil CIAT Biometry Unit Annual Report 1992
- Amézquita M C Toledo J M and Keller Grein G 1991 Agronomic performance of *Stylosanthes guianensis* cv Tucillipi in the American tropical rain forest ecosystem Tropical Grasslands Volume 25 pp 262 267
- Amézquita M C 1984 Consideraciones sobre planeación diseño y análisis de experimentos de pastoreo En Liscimo C y Pizarro E (ed) Evaluación de Pasturas con Animales Alternativas Metodologías Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, CIAT ISBN 84, pp 13 42
- Amézquita M C Lascano C y Lema G 1990 Período de acostumbramiento para estimar producción de leche bajo pastoreo en una época seca Reunión 12o de AIPA (Asociación Latinoamericana de Producción Animal), Campinas Brasil Julio 22 27 1990
- Gill John L 1978 Design and Analysis of Experiments in the Animal and Medical Sciences Vol 2 The IOWA State University Press Ames IOWA USA
- Lucas H L 1976 Design in Animal Science Research Instituto de Estadística de la Universidad de Carolina del Norte
- Martínez Garza A 1983 Diseño de Experimentos con Animales Vol 1 Num 2 ISBN 968 601 010 6 Chapingo Mexico
- Stobbs T H and Sandland R L 1972 The use of a Latin Square change over design with dairy cows to detect differences in the quality of tropical pastures Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry Vol 12
- Salmis J 1983 Oxisols y ultisols en América tropical Guía de estudio CIAT Cali Colombia 57 p
- Wilson P N 1975 General considerations En Considerations for the design and interpretation of cattle experiments Proceedings of a Symposium on cattle experimentation British Society of Animal Production pp 11 24

Tabla 1 Evaluacion de la coleccion de *Brachiaria* del CIAT en Campo Grande, Brasil Resumen de las mejores 14 accesiones

IDENTIFICACION DE LA ACCESION		Materia seca de hoja	Materia seca de hoja en epoca seca como % de materia seca anual	Relacion hoja tallo durante epoca seca	Capacidad de rebrote en epoca de lluvia (0-6) escala ordinal
CIAT #	EMBRAPA #	(kg/ha/año)	(%)		
<i>B. brizantha</i>					
16288*	B132	20954	35	1.55	3
16467*	B166	18380	35	1.29	3
16316*	B144	17134	27	1.58	3
16315*	B72	16905	23	1.49	5
16506*	B138	15176	27	1.15	4
16473	B89	14415	30	1.07	4
<i>B. decumbens</i>					
16488	D1	11344	26	1.08	4
606	D62	10171	31	1.51	3
6699	D70	8814	36	1.73	3
<i>B. humidicola</i>					
26155*	H18	9334	20	2.19	3
16886	H13	8593	13	1.66	4
116550	H19	7126	32	1.79	3
<i>B. jubata</i>					
26237*	J13	8556	16	1.20	3
16195	J1	4852	39	2.47	3

<sup>1)</sup> De estas 14 accesiones las 9 accesiones con asterisco (\*) fueron identificadas como muy promisorias

Tabla 2 Distribucion de 32 sitios en el Tropico Humedo de America con base en la reaccion del cultivar Pucallpa a la Antracnosis

Calificacion (Escala 04)	SITIOS		
	No	%	% acumulado
0 = No afectadas	6	19	19
1 = 5% plantas afectadas	9	28	47
2 = 5 20% afectadas	11	34	81
3 = 20 40% afectadas	5	16	97
4 = >40% afectadas	1	3	100
TOTAL	32	100	100

Tabla 3 Clasificación de ambientes (Análisis de Conglomerados,  $R^2 = 79\%$ , 5 grupos)

Grupo <sup>1</sup>	Caracterización	Indicadores agronomicos				
		Cobertura	Altura	Rendimiento a 12 semanas		
				Periodo max. de lluvias	Periodo min. de lluvias	
(%)	(cm)	(kg/ha)				
1 (N = 3)	Bajo contenido de arena (10%) Alto pH (6.6)	85	38	2919	1027	
2 (N=5)	Baja altitud (<850 m.s.n.m) Bajo nivel MO (3<3.4%) Alta precipitación (>800mm)	Mediano contenido de arena (18%) Suelos acidos (pH = 4.4)	54	36	5051	3027
3 (N = 11)	Alto contenido arena (56%) Suelos acidos (pH = 4.7)	75	52	3996	4583	
4 (N = 3)	Bajo % MO (3.3) Suelos acidos (pH = 5.0) Elevada altitud (≥1000 m s n m) % arena = 35 baja precipitación (<600 mm)	49	26	1789	2255	
5 (N = 3)	Alto % MO (9.5) Suelos mas acidos (pH = 4.4)	53	28	4831	2819	

<sup>1</sup> Criterios de clasificación: Altura sobre el nivel del mar, % de MO, % de arena y pH. A pesar de que la precipitación no fue incluida como criterio de clasificación en la etapa inicial del análisis ya que no fue significativa, se ha incluido como un parámetro descriptivo de los grupos para un mejor entendimiento.



Tabla 4 Efecto de época estacional y año de evaluación sobre la producción de pasturas en términos de ganancia de peso de novillos de 1 año (g/an/día)  
 Información procedente de 7 ensayos con distintas pasturas  
 Carimagua 1979 - 1983<sup>1</sup>

Epoca	Año	No de Novillos Considerados	Ganancia Peso Promedio g/an/día)	CV (%)
Lluvias	1979	73	495	21.4
	1980	85	548	14.8
	1981	85	478	17.2
	1982	40	397	16.4
Sequía	1979	73	140	102.5
	1980	85	129	97.3
	1981	85	192	64.1
	1982	40	252	95.1
Epoca	Lluvia	283	485a	17.2
	Sequía	283	175 b	88.3
Año	1980	146	409a	42.3
	1981	170	383ab	32.8
	1979	170	376ab	48.4
	1982	80	348 b	42.7

1/ La información proviene de 7 ensayos de ganancia de peso en novillos, realizados por O Paladines/L Tergas en Carimagua entre 1972 y 1982. Los cuatro primeros corresponden a los ensayos 9 a 12 mencionados en el Cuadro 2 y los otros tres a ensayos con *B decumbens* con distintos niveles de carga. Análisis estadístico realizado por M C Amézquita y G Lema, Biometría CIAT, sobre los datos de ganancia de peso por estación por año (g/an/día) producidos por cada ensayo, donde cada dato representa n observaciones, n = duración del período estacional en meses.

2/ Resultado de la prueba de DUNC-N. Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente.

Tabla 5. Variabilidad de la pastura

CV obtenidos al estimar materia seca total (MS) materia seca verde (MSv) y materia seca muerta (MSm) en cuatro gramíneas bajo pastoreo con base en 50 muestras de forraje en cada caso CIAT Quilichao<sup>1</sup>

Pastura	Parámetros de Producción de Forraje		
	MS	MSv	MSm
	----- CV(%) -----		
<u>Andropogon gayanus</u>	95	95	103
<u>Andropogon gayanus + Centrosema</u>	83	86	84
<u>Brachiaria decumbens</u>	69	60	85
<u>Brachiaria humidicola</u>	34	42	38

1/ - Información obtenida de Amézquita, M C et al (1983)

Tabla 6 Variabilidad en parámetros de producción de ganado comparada con la encontrada en cultivos (Wilson 1975, Inglaterra)

Cultivos	Media	Desviación Estandar	C <sup>2</sup> (%)
Trigo (cwt/acre) <sup>1</sup>	36 2	6 6	18 2
Cebada (cwt/acre)	29 7	5 6	19 0
Papa (ton/acre)	12 9	2 7	20 7
Remolacha (ton/acre)	15 8	3 5	21 9
<b>Ganado<sup>2</sup></b>			
Ganancia de peso-novillos 15 meses en estabulación (lb/acre/año)	1971	459	28 3
Ganancia de peso-novillos 2 años en pastoreo (lb/acre/año)	436	171	39 2
Ganancia de peso-novillos 3 años en pastoreo (lb/acre/año)	388	164	41 9
Peso de terneros/acre, en hatos lecheros (lb/acre)	417	125	30 0
Ganancia de peso en novillos 1 años (datos de 43 ensayos)			19 2 a 22 5

1/ Cut = a hundred weights = 0 05 ton

2/ De raza Friesian, en el caso de ganado de carne, y Jersey, en el caso de ganado de leche

Tabla 7 Variabilidad en parámetros de producción animal en una raza pura Cebú Brahman Hacienda "Montenegro", Antioquia, Colombia (1970-1982)<sup>1</sup>

Parametro	n	Media	Desviación Estandar	CV (%)
Peso de destete-novillos (kg)	1201	226 7	31 0	13
Peso de destete-novillas (kg)	1247	203 5	39 7	19
Peso de 18 meses-novillos (kg)	171	332 1	58 4	17
Peso de 18 meses-novillas (kg)	231	277 8	37 2	13
Intervalo entre partos (meses) <sup>2</sup>	2226	14 0	3 5	24
Intervalo entre 8o y 9o partos (meses)	15	13 0	1 3	10

<sup>1/</sup> Estudio realizado por la Sección de Biometría CIAT como colaboración al Fondo Ganadero de Antioquia, Colombia

<sup>2/</sup> Los intervalos entre partos calculados incluyen vacas entre 2o y 10o parto. En este caso N representa el número de intervalos entre partos sucesivos, no el número de vacas

Tabla 8 Variabilidad en parámetros de producción animal en ganado Cebu x Criollo en fincas ganaderas Proyecto ETES, CIAT 1982<sup>1</sup>

Parametro	N	Media	DE	CV (%)
<b>Peso de destete-novillos (kg)</b>				
Mato Grosso, Brasil	524	122 8	22 1	18 0
Goiás, Brasil	726	140 3	28 6	20 3
<b>Peso a los 18 meses-novillos (kg)</b>				
Mato Grosso, Brasil	428	169 4	35 3	20 8
Goiás, Brasil	319	186 1	31 8	17 1
Llanos, Venezuela	506	193 0	30 5	15 8
<b>Peso a los 18 meses-novillas (kg)</b>				
Llanos, Venezuela	867	216 2	37 2	17 2
<b>Intervalo entre partos (meses)</b>				
Mato Grosso, Brasil	527	18 0	3 2	18 0
Goiás, Brasil	397	17 7	3 2	17 9
Llanos, Venezuela	232	19 0	4 5	23 6

1/ ETES (Estudio Técnico Económico de Sistemas de Producción de Carne) Su objetivo fue obtener un diagnóstico de la situación ganadera en los Llanos Orientales de Colombia (15 fincas muestreadas) Llanos venezolanos (12 fincas) y el Mato Grosso y Goiás en Brasil (12 fincas) Las fincas se observaron por espacio de 2 años con 2 visitas por año a cada finca (1979-1982) Datos tomados de Amézquita et al , 1982)

Tabla 9 Una ilustración del efecto que tienen condiciones de estrés -carga alta y sequía en este caso- sobre la variabilidad de la respuesta animal<sup>1</sup>

Variable de Respuesta	No de Novillas	Media (gr/an/día)	CV(%)
Carga Alta (3 23 an/ha)			
Ganancia/día-lluvias	17	37 8	177
Ganancia/día-sequía	17	26 4	197
Ganancia/día-animal	17	31 7	116
Carga Media (2 35 an/ha)			
Ganancia/día-lluvias	17	434 6	20
Ganancia/día-sequía	17	153 2	39
Ganancia/día-anual	17	284 1	14
Carga Baja (1 72 an/ha)			
Ganancia/día-lluvias	17	340 6	20
Ganancia/día-sequía	17	85 2	47
Ganancia/día-anual	17	200 4	19

1/ Datos tomados del trabajo de tesis de Zootecnia de Socorro Cajas (1984), realizada en CIAT bajo la supervisión de R Vera y L E Tergas "Efecto de la carga en el crecimiento y aparición de celos de novillas de levante en la asociación Brachiaria decumbens + Melinis minutiflora + Desmodium ovalifolium"

# de *Brachiaria dictyoneura* Soja y Asociada

## Diseño de Sobrecambio (3 x 3)

Producción de leche  
kg/vaca/día

\* — (Bd+Ca) ◊ (Bd+Cm)  
● — (Bd+Cm) ◈ Bd ◈ (Bd+Ca)  
\* — Bd ◈ (Bd+Ca) ◈ (Bd+Cm)

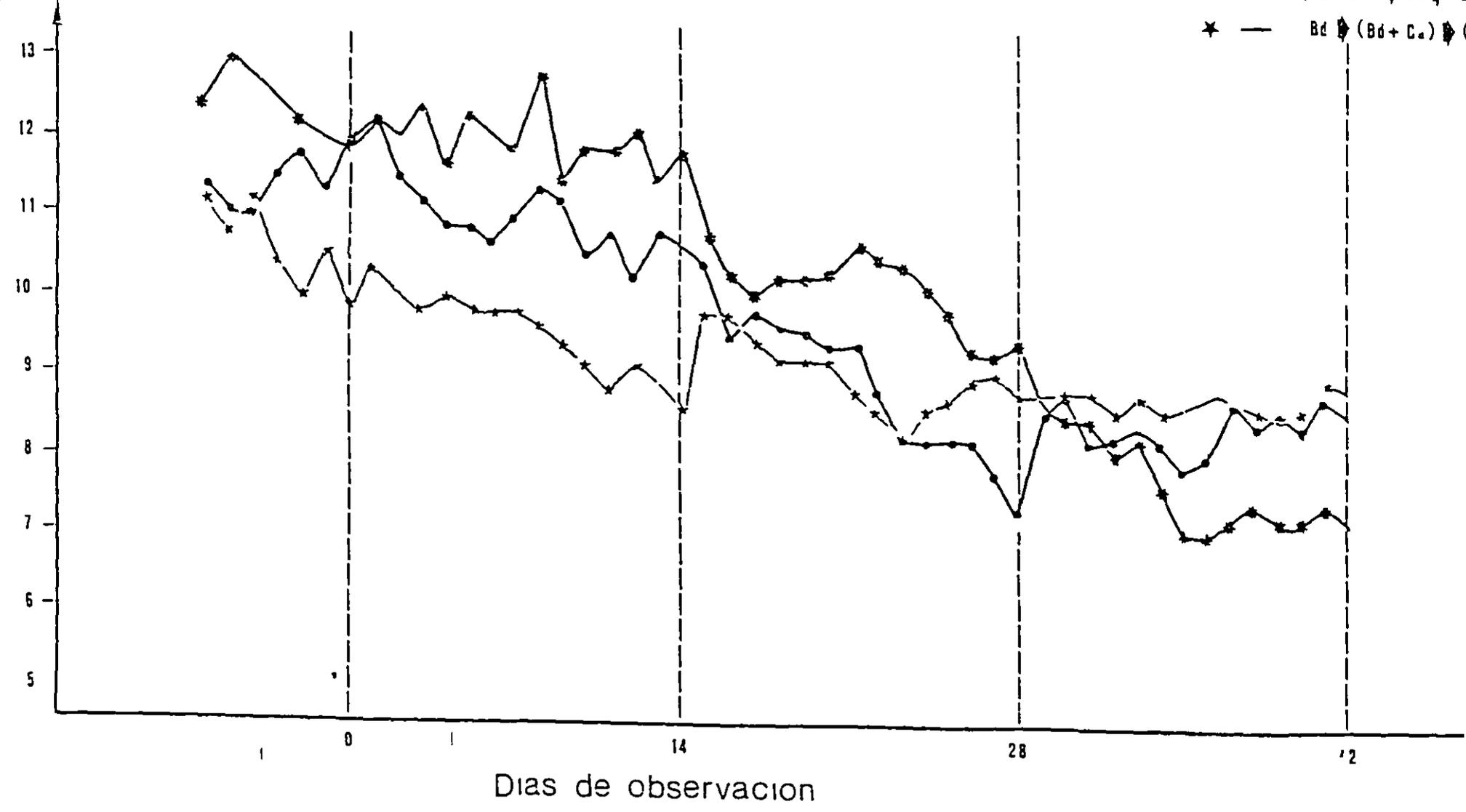


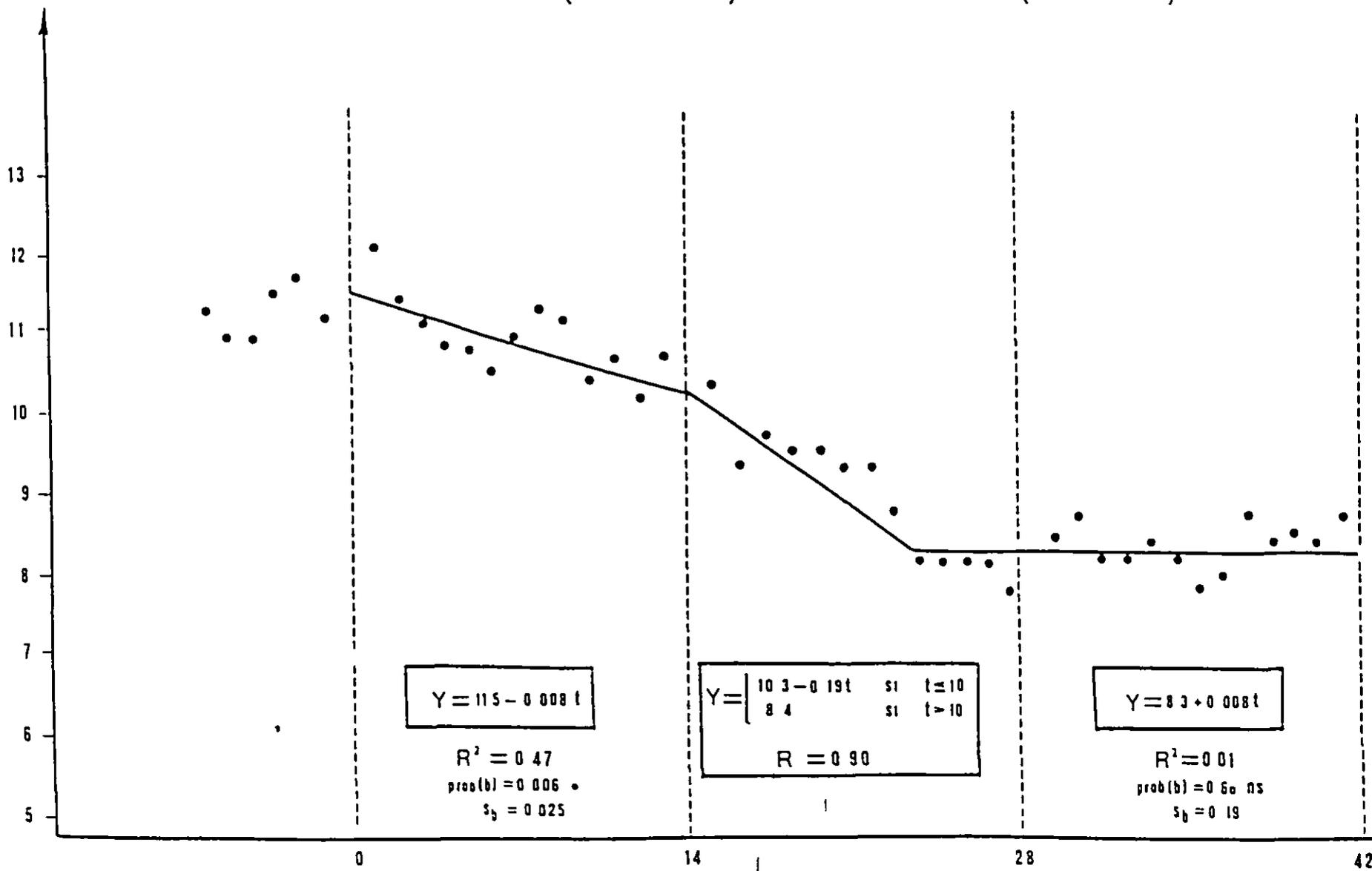
Figura 2

# Curvas de Producción de Leche en Pasturas de *Brachiaria dictyoneura* Sola y Asociada

Diseño de Sobrecambio (3 x 3)

Secuencia 1 (Bd + cm) → Bd → (Bd + ca)

Y  
Kg leche por vaca/día



# de *Brachiaria dictyoneura* Sola y Asociada

Diseño de Sobrecambio (3 x 3)

Secuencia 3 Bd → (Bd + ca) → (Bd + cm)'

