

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y
ENSEÑANZA (CATIE)
PROGRAMA DE ENSEÑANZA
AREA DE POSGRADO**

**CARACTERIZACION Y EVALUACION DE FINCAS LECHERAS
BAJO UN PROGRAMA DE CONTROL Y MONITOREO DE HATOS
EN UNA REGION HUMEDA TROPICAL DE COSTA RICA.**

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico de Postgrado y Capacitación del Programa de Enseñanza en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Trópicol de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

Magister Scientiae

por

HERIBERTO GOMEZ CASTRO


Turrialba, Costa Rica

1993

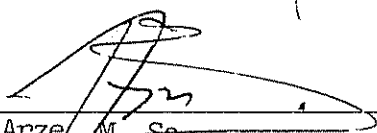
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

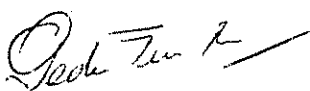
FIRMANTES:




Assefaw Tewelde, Ph. D.
Profesor Consejero



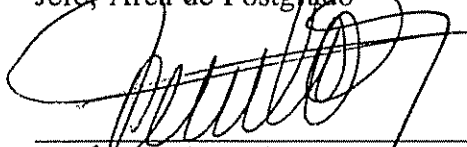
José Arze, M. Sc.
Miembro Comité Asesor



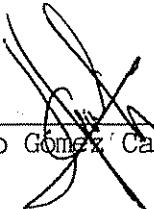
Pedro Ferreira, Ph. D.
Miembro Comité Asesor



Assefaw Tewelde, Ph. D.
Jefe, Area de Postgrado



Ramón Lastra, Ph. D.
Director, Programa de Enseñanza



Heriberto González Castro
Candidato

El presente trabajo está dedicado a mi hija Anel Gómez Muñoz,
quien me ha motivado a seguir adelante para lograr metas que
hagan posible un mejor porvenir.

Tampoco puedo olvidar la memoria de mi padre y el apoyo de mi
madre, para quienes dedico también este escrito.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Assefaw Tewolde, profesor consejero, por compartir sus valiosos conocimientos en beneficio de nuestro desarrollo profesional, así como por su apreciada amistad.

Al Gobierno Inglés, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT) y al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), organismos que hicieron posible la realización de la presente tesis.

A Don José Arce por su calidad humana y apoyo en el momento requerido, así también al Dr. Pedro Ferreira por su importante colaboración para mejorar el trabajo.

Al Dr. Mees Baayen y a todo el personal del proyecto piloto Poás de la Escuela de Veterinaria en Heredia, quienes tuvieron la amabilidad de proporcionar la información del proyecto sin la cual no hubiera sido posible la realización del trabajo.

A Soledad Muñoz, mi esposa, quien tuvo una papel importante en los dos años de estadía en el CATIE.

A los compañeros de la "extinta" Area de Ganadería Tropical, así como a las compañeras Xenia y Evelyn con quienes compartí momentos agradables.

A Dios quien nos ha dado salud para seguir adelante.

BIOGRAFIA

El autor nació en la ciudad de México el 16 de Marzo de 1960. Inició sus estudios de licenciatura en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México el año de 1980, para posteriormente recibir el título de Médico Veterinario Zootecnista en 1986.

Trabajó por el período comprendido entre 1988-91 en la Universidad Autónoma de Chiapas, ejerciendo trabajo académico y de apoyo en investigación. Se incorporó al programa de posgrado del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza el 20 de Septiembre de 1991 para obtener el grado de Magister Scientiae con énfasis en mejoramiento animal el 29 de Noviembre de 1993 .

CONTENIDO

RESUMEN.....	vii
SUMMARY.....	ix
LISTA DE CUADROS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
APENDICE	xii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 CARACTERISTICAS BIOFISICAS DEL TROPICO Y SU EFECTO SOBRE LA PRODUCCION DE LECHE.....	4
2.2 SISTEMAS DE PRODUCCION DE LECHE EN CENTROAMERICA....	5
2.3 LA INVESTIGACION EN SISTEMAS COMO METODOLOGIA DE TRABAJO.....	6
2.4 DIAGNOSTICO ESTATICO.....	7
2.4.1 SISTEMA FINCA.....	7
2.4.2 CARACTERIZACION DE FINCAS Y SUS OBJETIVOS....	7
2.5 DIAGNOSTICO DINAMICO.....	8
2.6 FACTORES NO GENETICOS QUE INFLUYEN SOBRE LA PRODUCCION DE LECHE.....	10
2.6.1 CONDICIONES CLIMATICAS.....	10
2.6.2 LA EDAD Y NUMERO DE PARTO.....	10
2.6.3 EL AÑO Y LA EPOCA DE PARTO.....	11
2.6.4 DIAS ABIERTOS E INTERVALO ENTRE PARTOS.....	12
2.7 FACTORES GENETICOS QUE AFECTAN LA PRODUCCION.....	13
2.7.1 EVALUCION ANIMAL COMO ESTRATEGIA DE INTENSIFICACION.....	14
3. MATERIALES Y METODOS.....	18
3.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	18
3.2 MANEJO EN LAS LECHERIAS.....	18
3.3 FASES DEL TRABAJO.....	21
3.3.1 DIAGNOSTICO ESTATICO.....	21
3.3.2 ESTIMACION DEL CONSUMO DE ENERGIA.....	22
3.3.2 MONITOREO DE LAS FINCAS CON EL VAMPP.....	23
3.4 PROCEDIMIENTOS ANALITICOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO.....	23

3.4.1	DIAGNOSTICO ESTATICO.....	23
3.4.2	SEGUIMIENTO DE FINCAS.....	26
3.4.2.1	INFORMACION SOBRE LA BASE DE DATOS.....	26
3.4.2.2	ANALISIS PARA EFECTOS NO GENETICOS.....	28
3.4.2.3	ANALISIS GENETICO.....	29
3.4.2.4	PREDICCION DE LOS VALORES GENETICOS PARA LOS SEMENTALES UTILIZADOS EN LAS FINCAS EN SEGUIMIENTO.....	31
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	33
4.1	DIAGNOSTICO ESTATICO.....	33
4.1.1	ANALISIS MULTIVARIADOS.....	38
4.1.2	RELACION FORRAJE-CONCENTRADO.....	46
4.2	DIAGNOSTICO DINAMICO.....	51
4.2.1	ANALISIS PARA EFECTOS NO GENETICOS.....	51
4.2.2	ANALISIS GENETICO.....	59
4.2.3	PREDICCION DE VALORES GENETICOS PARA LOS SEMENTALES.....	61
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
6.	LITERATURA CITADA.....	71
	APENDICE.....	83

GOMEZ C., H. 1993. Caracterización y evaluación de fincas lecheras bajo un programa de control y monitoreo de hatos en una región húmeda tropical de Costa Rica. Tesis Mag. Sci. Turrialba , Costa Rica, CATIE. 95 p.

Palabras claves: Caracterización, evaluación de sementales, lecherías especializadas, programa de monitoreo, análisis multivariados, parámetros genéticos, valores genéticos, BLUP.

CARACTERIZACION Y EVALUACION DE FINCAS LECHERAS BAJO UN PROGRAMA DE CONTROL Y MONITOREO DE HATOS EN UNA REGION HUMEDA TROPICAL DE COSTA RICA.

RESUMEN

Se aplicaron encuestas en 19 fincas lecheras especializadas en la Región de Poás en Costa Rica, para que posteriormente fueran caracterizadas de acuerdo a sus niveles de intensificación, por medio del uso de técnicas multivariadas (Componentes principales y Análisis Cluster). Aunado a esto, se analizó la base de datos generada por un programa de monitoreo, la cual contenía 5 años de información de manejo y producción (1988-1993) de las fincas en estudio. Se analizaron 3717 registros de vacas Holstein y Jersey para determinar la importancia de los efectos genéticos y no genéticos sobre la producción de leche. Se estimaron parámetros genéticos poblacionales (h^2 y r) y se aplicó la técnica de BLUP (Best Linear Unbiased Predictions) para la estimación de los valores genéticos de los sementales utilizados en estas fincas. Todos los análisis fueron realizados empleando el paquete para P.C. de Harvey (1991).

La caracterización se hizo incorporando las variables; producción de leche a 305 días (P305); producción por hectárea (PRHA), extensión del área para potreros (EXPO); Número de vacas en ordeño (VADU); kilogramos de concentrado por vaca al día (CONC) y área de pasto de corte (PASC). Los análisis multivariados identificaron cuatro grupos de fincas, de acuerdo al tamaño y productividad de las mismas. Las medias de mínimos cuadrados para P305 varían de 2952.8 ± 149.8 Kg a 6745.1 ± 154.4 Kg y las medias de días parto concepción (DPC) de 93.4 ± 9.3 días a 139 ± 8.7 días en las diferentes fincas. Los parámetros genéticos para la producción de leche ajustada por largo de lactancia y por número de parto se estimaron a partir de un modelo que incluyó el efecto finca, año de parto, época de parto, semental, vaca dentro de semental, resultando ser: $h^2 = .49 \pm .17$ y $r = .54 \pm .03$ para la raza Holstein y de $h^2 = .48 \pm .25$ y $r = .55 \pm .05$ para la Jersey. Con la técnica de BLUP se clasificaron a 93 sementales de la raza Holstein y 31 sementales Jersey. Los sementales Holstein alcanzaron valores de BLUP desde -1629.4 ± 627.4 Kg hasta $+2365.2 \pm 604.3$ Kg, mientras que los sementales Jersey tuvieron valores entre -1379.3 ± 403.1 Kg y $+1075.9 \pm 409.8$ Kg. Los sementales mejor clasificados de ambas razas habían sido utilizados únicamente en fincas de niveles de intensificación altos, pero los sementales con valores negativos han sido usados indiscriminadamente en todas las fincas. De aquí la importancia de definir el tipo de semental a utilizar de acuerdo al nivel de intensificación de las fincas, siendo más ventajoso utilizar a los mejores sementales de ambas razas (4.3% de Holstein y 6.45% de Jersey) en los grupos de fincas con más altos niveles de producción. Sin embargo, no es recomendable el uso de aquellos sementales con valores negativos.

GOMEZ C., H. 1993. Characterization and evaluation of dairy farms participating in a herd monitoring and control program in a humid tropics region of Costa Rica, CATIE. 95 p.

Key words: Characterization, sire evaluations, specialized dairy farms, monitoring program, multivariate analysis, genetic parameters, estimated breeding values, BLUP.

CHARACTERIZATION AND EVALUATION OF DAIRY FARMS PARTICIPATING
IN A HERD MONITORING AND CONTROL PROGRAM IN A HUMID TROPICS
REGION OF COSTA RICA.

SUMMARY

Nineteen specialized dairy farms in the Poás region of Costa Rica were surveyed using questionnaires. Multivariate techniques (Principal component and Cluster analysis) were applied to characterize the dairy farms according to intensification level. Further, a data base generated through a monitoring program was analyzed. This data base contained five years of management and production data (1988-1993) of the above mentioned farms. Registers of 3,717 Holstein and Jersey cows were analyzed to determinate the importance of genetic and non-genetic effects on milk production. Genetic population parameters were estimated (h^2 and r) and the Best Linear Unbiased Predictions (BLUP) technique was used to estimate breeding values of the sires used in the farms. All analyses were performed using Harvey's package for PC (1991).

The characterization involved the following variables: milk production at 305 days (P305); milk production per hectare (PRHA); size of pasture area (EXPO); Number of lactating cows (VADU); kilograms of concentrate per cow per day (CONC) and the area of carry and cut grass (PASC). Multivariate analyses revealed four farm types according to size and productivity. Least square means for P305 ranged from 2952.8 ± 149.8 kg to 6745.1 ± 154.4 kg and for interval calving conception (DPC) from 93.4 ± 9.3 days to 139 ± 8.7 days in the different farms. Genetic parameters for milk production adjusted for lactation length and parity were estimated from a model including the effects of farm, year of calving, season of calving, sire and cow within sire. This resulted in estimates of $h^2 = .49 \pm .17$ and $r = .54 \pm .03$ for Holsteins and $h^2 = .48 \pm .25$ and $r = .55 \pm .05$ for Jerseys. Using BLUP procedures, 93 Holstein bulls and 31 Jersey bulls were ranked according to their estimated breeding values. Estimated breeding values for Holstein sires ranged from -1629.4 ± 627.4 kg to $+2365.2 \pm 604.3$ kg. For the Jersey breed values between -1379.3 ± 403.1 kg and $+1075.9 \pm 409.8$ kg were found. The highest ranking sires have been used only in the farms with high intensification levels, while sires with negative estimated breeding values have been used randomly among all farms. Consequently, it may be advised that the type of sire to be used is matched against the level of intensification of the farm. It may be very advantageous to use the best sires of both breeds (4.3% for Holsteins and 6.45% for Jerseys) in farms with the highest production levels. Nevertheless, it is never recommendable to use the sires with negative estimated breeding values.

LISTA DE CUADROS

Cuadro

No.

1.	Indices de herencia para la producción de leche.....	15
2.	Fincas incluidas en el estudio.....	22
3.	Tipo de información.....	24
4.	Estadísticas descriptivas.....	25
5.	Análisis de correlación.....	25
6.	Número de registros en la base de datos.....	27
7.	Clasificación de sementales por el número de hijas....	27
8.	Análisis de varianza y componentes de varianza.....	30
9.	Descripción de los datos del diagnóstico.....	35
10.	Información socioeconómica.....	37
11.	Análisis de varianza entre grupos.....	45
12.	Características alimenticias y productivas en los grupos de fincas.....	50
13.	Número de registros utilizados para los distintos análisis.....	51
14.	Análisis de varianza para la producción ajustada por largo de lactancia.....	52
15.	Análisis de varianza para días parto concepción.....	54
16.	Medias de mínimos cuadrados para P305 y DPC.....	55
17.	P305 y DPC por grupos de fincas.....	57
18.	Frecuencias para edad a primer parto en ambas razas...	58
19.	Medias de mínimos cuadrados de P305 por número de parto y los factores de ajuste correspondientes para cada raza.....	59
20.	Análisis para calcular componenetes de varianza.....	60
21.	Clasificación de sementales de acuerdo a sus BLUP.....	65
22.	Distribución de sementales de acuerdo a la finca en que fue utilizado y al grupo correspondiente.....	66

LISTA DE FIGURAS

Figura

No.

1.	Ubicación de las fincas en estudio.....	19
2.	Datos de precipitación pluvial tomados en la estación meteorológica de Vara Blanca.....	20
3.	Disposición de los grupos en base a dos factores.....	39
4.	Primer grupo, fincas medianas con altas producciones individuales.....	40
5.	Segundo grupo, fincas medianas con bajos niveles productivos.....	41
6.	Tercer grupo, fincas pequeñas con altos niveles productivos.....	42
7.	Cuarto grupo, fincas grandes con bajos niveles productivos.....	43
8.	Consumo de forraje-concentrado y la producción de leche por vaca (Mcal de energía digestible).....	47
9.	Suministro y producción de energía digestible por hectárea.....	48
10.	Medias de mínimos cuadrados de los días parto concepción por finca.....	56
11.	Agrupamiento de sementales de acuerdo a su BLUP.....	68

APENDICE

1A.	Proceso metodológico.....	84
2A.	Encuesta.....	85
3A.	El programa VAMMP y el diagnóstico dinámico.....	87
4A.	Clasificación de sementales.....	88
5A.	Distribución de los sementales en las fincas.....	89

1. INTRODUCCION

La región centroamericana muestra una creciente población que depende económicamente de una superficie reducida de tierra arable (Leonard, 1986). Con el fin de mejorar el uso de la tierra disponible, se han aplicado tecnologías en forma indiscriminada (Imbach, 1985). La difusión de tales tecnologías para condiciones ambientales diferentes, a menudo ocasiona el deterioro irreversible en los ecosistemas de la región (Leonard, 1986; Molinas, 1991).

En relación a lo anterior, surge la necesidad de promover el buen uso de la tierra, con métodos de manejo que permitan el aprovechamiento permanente de las tierras que son usadas para la producción agropecuaria en Centroamérica (Holdridge, 1987). Para lograr esto, se requiere del uso eficiente de los recursos disponibles, tal como los pastizales existentes y algunos subproductos agroindustriales, evitando que la frontera agrícola aumente a expensas de la deforestación de bosques tropicales (Leonard, 1986)

Dentro de estas condiciones regionales se encuentra Costa Rica, el cual es un país que presenta una gran diversidad biológica. Por ejemplo, de las 20 zonas de vida identificadas en Centroamérica, 12 se encuentran en este país (Holdridge, 1971). Esto implica la necesidad del aprovechamiento óptimo de las tierras ocupadas por sistemas agropecuarios, por medio de la intensificación de mismos. Las tierras "altas" de este país, han sido tradicionalmente dedicadas a la producción lechera, generalmente en sistemas especializados con animales de razas europeas puras, utilizando doble ordeño y un alto aporte de concentrados (Cubillos, 1991).

Sin embargo, para que la actividad lechera resulte rentable en esta zona los animales deben ser capaces de aprovechar los recursos existentes en el medio (Madalena, 1990). Por lo anterior, resulta importante conocer los niveles de intensificación de las fincas e identificar a los animales con aptitudes en este medio, facilitando de esta forma la transferencia de tecnologías en el desarrollo agropecuario de la región (Escobar, 1990).

Los componentes socioeconómicos, de manejo, salud y las características genéticas propias de los animales, influyen en el sistema directamente o interactuando entre ellos. En los estudios realizados en lecherías de zonas altas de Costa Rica (Cubillos, 1991), se ha observado que las praderas proporcionan una alta disponibilidad de forraje a lo largo del año, por unidad de superficie y por animal. Sin embargo, cuando se incorporan grandes cantidades de concentrados en la ración, esta disponibilidad del recurso forrajero no es debidamente aprovechada (Van Der Grinten, 1991).

Aunque son varios los componentes que influyen en la productividad de las fincas, no siempre se han estudiado simultáneamente tanto los efectos ambientales como los genéticos sobre el nivel de producción y productividad de los animales, así como sobre los niveles de intensificación de las fincas. Ten Brinke (1990), define a la intensificación como una mayor cantidad de medios de producción variables por una misma cantidad de medios de producción fijos, con el fin de alcanzar un mayor volumen de producto por unidad de área. Dentro de este contexto, el presente trabajo se plantea los siguientes objetivos:

- Caracterización de fincas lecheras de acuerdo a su nivel de intensificación.
- Determinar la importancia relativa de los componentes ambientales y genéticos sobre la producción de leche en las fincas estudiadas.
- Clasificación de sementales utilizados como reproductores en la zona, de acuerdo a sus valores genéticos para la producción láctea empleando procedimientos adecuados.

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1 CARACTERISTICAS BIOFISICAS DEL TROPICO Y SU EFECTO SOBRE LA PRODUCCION DE LECHE.

Los trópicos están en la región situada entre los 23.5° Norte y Sur del Ecuador, ocupando el 38% de la superficie terrestre, la cual se encuentra habitada por el 45% de la población del mundo. Alrededor de 72 países yacen total o parcialmente dentro del área tropical, incluyendo a la mayoría de los países en vías de desarrollo (Sánchez, 1981).

Centroamérica es una región en la que convergen cinco placas tectónicas, esto es en gran medida responsable de lo quebrado del terreno y de su fragilidad física (Leonard, 1985), por ejemplo, en Costa Rica el 73% de la superficie está ocupada por tierras altas y/o de laderas (Posner, 1983), debido a las características biofísicas que prevalecen en este país, existe una gran variedad de microclimas, que ocasionan variabilidad en los sistemas de producción y a su vez en los niveles de producción de los animales.

Las características ambientales del trópico tales como el calor, la humedad, los niveles de nutrición, los parásitos y las enfermedades, determinan una condición de estrés que influye en los niveles productivos de los animales. Debido en parte a que la combinación de efectos de temperatura y humedad afectan el apetito y la actividad del ganado, siendo este efecto mayor durante la lactación afectando además la tasa reproductiva (Turner, 1982).

Hetzel y Seifert (1986), mencionan la importancia de identificar animales que tengan fluctuaciones mínimas en su comportamiento debido al ambiente. Seifert (citado por Frisch, 1981), también señala la importancia de que la selección ejercida, debe ser conducida bajo las condiciones ambientales

específicas en las que se encuentran los hatos que se quieren mejorar. Por lo tanto, no es posible diseñar un solo tipo de programa de mejoramiento en los trópicos, ya que los objetivos de la selección varían con las condiciones biofísicas, con los sistemas de producción y mercadeo.

Barker (1988), también hace énfasis en que la estimación de parámetros genéticos poblacionales deben ser estimados en las condiciones naturales de la población de interés, si no se quiere incurrir en sesgos debido a diferencias de los efectos ambientales y a las interacciones genotipo-ambiente.

2.2 SISTEMAS DE PRODUCCION DE LECHE EN CENTROAMERICA.

Los sistemas para la producción de leche predominantes en Centroamérica son: a) El sistema de doble propósito, el cual se ubica principalmente en la costa Atlántica y Pacífica, constituido básicamente por grupos raciales cruzados e indefinidos; b) el sistema especializado en confinamiento y c) el sistema especializado bajo pastoreo, están constituidos por razas especializadas tales como Holstein, Jersey, Pardo Suizo y Guernsey con la incorporación de concentrados en la ración (Tewolde, 1986).

En este país los sistemas especializados se ubican en zonas de mayor altitud con topografía quebrada (Cubillos, 1991; Posner, 1983), sin embargo, los costos de producción son altos debido al elevado costo de oportunidad de las tierras (CATIE/BID, 1983), teniendo que competir con otro tipo de actividades agrícolas tales como, el cultivo de plantas ornamentales para exportación y el cultivo de fresas. Esto hace aún mayor la importancia de la intensificación de las lecherías, para hacer redituable este uso de la tierra.

Para lograr la intensificación y el desarrollo regional en este tipo de sistemas, Tewolde (1986) menciona la importancia de

establecer un adecuado seguimiento de registros biológicos y económicos que permitan hacer evaluaciones a nivel de finca y del componente animal, junto a una clasificación de dichos sistemas, con el objeto de definir las estrategias requeridas para el mejoramiento en los niveles de producción y de productividad.

La importancia económica de la actividad lechera en este país radica en la capacidad que tiene para cubrir las necesidades internas de productos lácteos, además de que debido a la tendencia ascendente en el precio internacional de la leche, las exportaciones de este producto, han generado una nueva fuente de divisas para el país por concepto de exportaciones (BCIE/CATIE, 1990).

2.3 LA INVESTIGACION EN SISTEMAS COMO METODOLOGIA DE TRABAJO.

La investigación en sistemas permite analizar detalladamente los componentes de las fincas para obtener información que pueda usarse en la transferencia de tecnología. La teoría general de sistemas da un enfoque distinto a la investigación científica, en el que predomina el criterio "expansionista" en lugar del "reduccionista" (Von Bertalaffy, 1977). Lo que significa que en la investigación en sistemas se estudia simultáneamente a los componentes que explican el como y porque funciona un sistema, en lugar de estudiar independientemente a cada uno de ellos.

La primera etapa de la investigación es el diagnóstico, que según Dufumier (1990), tiene como objetivo principal identificar y jerarquizar los elementos que condicionan la selección y evolución de los sistemas de producción agropecuaria, además de conocer como éstos interfieren de manera concreta en las transformaciones de la agricultura. El diagnóstico a su vez puede dividirse en diagnóstico estático y dinámico.

2.4 DIAGNOSTICO ESTATICO.

El diagnóstico estático consiste básicamente de un estudio descriptivo de un área específica por medio de la captación de información básica en un momento dado, esto permite hacer generalizaciones en una región o ecozona (Dufumier, 1990). Sin embargo, desde el punto de vista de la investigación agropecuaria los mas importantes subsistemas de una región son las fincas, quienes constituyen el siguiente nivel jerárquico después de la región (Hart,1982). Este primer paso permite formar un marco referencial en relación a la estructura de la finca y el ambiente que le rodea, de esta forma es posible identificar los objetivos de desarrollo de dichos sistemas.

2.4.1 SISTEMA FINCA.

Las fincas están compuestas por subsistemas y componentes; Spedding (1975), señala que ambos conceptos son distintos, siendo el subsistema el total de las estructuras dentro de un sistema, que interactúan estrechamente para llevar a cabo un proceso particular, mientras que las unidades estructurales distinguibles, específicas y locales, son los componentes. Hart (1990) señala como ejemplo de subsistemas a los que transforman recursos en productos, tales como los cultivos agrícolas y la producción pecuaria en sus distintas modalidades. Por otra parte, los componentes son identificados como elementos que forman cada proceso biológico, por ejemplo el componente animal, el componente suelo, el componente forraje, el componente sanitario, etc.

2.4.2 CARACTERIZACION DE FINCAS Y SUS OBJETIVOS.

La caracterización permite conocer la dinámica del desarrollo agropecuario de una región y brinda la oportunidad de encontrar políticas agrícolas adecuadas para una zona o incluso para un país. De esta forma, se pueden establecer criterios para los programas de crédito, la gestión de proyectos concretos de investigación y la transferencia de tecnología para el desarrollo

agropecuario (Escobar, 1990; Holdridge, 1987). Además de esto, permite el conocimiento de la dinámica de desarrollo agrícola de una región, analizando las relaciones entre los tipos de fincas y el impacto sobre estas de los fenómenos macro, ya sea de orden fisicobiológico o socioeconómico; permite definir las políticas de investigación, de transferencia de tecnología y determinar las prioridades de investigación así como los grupos beneficiarios de la misma, como puente de unión entre los investigadores y los extensionistas, para facilitar la comunicación entre investigadores de distintas disciplinas (Escobar, 1990; Hardiman, 1989; Kaminsky, 1982).

Es necesario tener claro el objetivo de la caracterización para que mediante la información captada en el diagnóstico estático se puedan aplicar los procedimientos estadísticos adecuados para realizar la caracterización. Las técnicas que son comúnmente usadas en la caracterización de fincas son los análisis multivariados (Escobar, 1990). Entre las técnicas multivariadas se encuentra la técnica de Componentes Principales, la cual fue desarrollada por Pearson (1901) y modificada posteriormente por Hotelling (1933), el Análisis de Conglomerados (Cluster Analysis) el cual permite identificar grupos de fincas similares con base en algunos atributos específicos, con una alta homogeneidad interna y una marcada heterogeneidad entre grupos (Hair, 1987).

2.5 DIAGNOSTICO DINAMICO.

Para el mejoramiento de los sistemas tanto el investigador como el productor requieren no solo de conocer la finca en forma descriptiva, sino también determinar su comportamiento en el tiempo y el espacio por medio del diagnóstico dinámico, siendo indispensable el seguimiento de los componentes de las fincas (De García, 1991). El diagnóstico dinámico a nivel de fincas puede aplicarse a uno o varios componentes. Por ejemplo, cuando se tiene interés de dar seguimiento al subsistema animal entonces se

requiere de generar estrategias para captar información mediante registros periódicos. En este sentido existen programas computacionales que permiten el seguimiento y monitoreo de fincas por medio de la captación, almacenamiento y análisis de la información. Tal es el caso del paquete "VAMPP" (Veterinary Automated Management and Production control Program). El "VAMPP" fue desarrollado por la Universidad de Utrecht Holanda, adaptado posteriormente a las condiciones locales de Costa Rica por la Universidad Nacional este país. Este programa proporciona asistencia a las fincas mediante un monitoreo, colectando información quincenalmente.

La información captada es sobre aspectos productivos, de salud y reproductivos de los hatos lecheros, lo cual permite a los productores calendarizar sus actividades zootécnicas. El mismo programa cuenta con mecanismos para verificar la información almacenada en las bases de datos generadas por medio del monitoreo (Baayen, 1992). Actualmente existen mas de 200 fincas que tienen asistencia técnica por medio de este programa (Herrero et al, 1992), ya sea por la Universidad Nacional o por medio de veterinarios y zootecnistas que dan asesoría particular a las fincas. Esta información permite evaluar al componente animal de las fincas en seguimiento, tanto de factores genéticos como de factores no genéticos que inciden en la producción láctea.

Tomando en consideración que el rendimiento en la producción lechera depende de factores no genéticos (medio ambiente), de factores genéticos y de la interacción entre ambos, es importante incorporar estos factores en las evaluaciones. Con la información captada en la base de datos del programa "VAMPP", se pueden hacer la evaluaciones de las fincas en seguimiento y aportar nuevos elementos para lograr intensificar las condiciones de manejo en las fincas.

2.6 FACTORES NO GENETICOS QUE INFLUYEN SOBRE LA PRODUCCION.

Entre los factores considerados como no genéticos pero que influyen en la producción a nivel de finca están: condiciones climáticas, número de parto, año y época de parto, los días abiertos, así como el manejo en general, cada uno de estos factores puede actuar solo o en conjunto con los demás.

2.6.1 CONDICIONES CLIMATICAS.

Hay una amplia variedad de factores ambientales que influyen sobre la capacidad individual para producir leche tales como, el nivel de nutrición, las altas temperaturas, el desplazamiento del aire, la radiación solar, la humedad relativa, las parasitosis y otras enfermedades (Parker, 1984; Hetzel y Seifert, 1986). El estrés calórico causado por la combinación entre temperatura y humedad, afecta el apetito y la actividad del ganado, este efecto es mayor durante la lactación causando alteraciones en la producción y la reproducción del ganado (Hetzel y Seifert, 1986).

Las condiciones climáticas pueden afectar en forma indirecta, a través de la disponibilidad de forraje o en forma directa, sobre la fisiología de animal a nivel de los mecanismos homeostáticos de pérdida o conservación del calor. Lo antes mencionado muestra la importancia de la identificación de los animales con suficiente capacidad adaptativa a las condiciones climáticas del lugar, para que puedan expresar su potencial productivo.

2.6.2 LA EDAD Y NUMERO DE PARTO.

La edad al parto es uno de los principales efectos no genéticos que produce variación en la producción láctea (Martínez, 1987). Por lo mismo es necesario ajustar los registros por este efecto (Lush, 1950; Lee, 1976), para comparar a las vacas en condiciones equitativas. La producción por lactancia se incrementa en forma gradual a partir del momento que paren las vacas por primera vez, hasta que alcanzan los seis a ocho años de

edad, después comienza el proceso de senectud disminuyendo gradualmente la cantidad de leche y sus constituyentes (Warwick y Legates, 1980).

En el trabajo de Martínez et al (1988), se observan diferencias significativas entre grupos raciales para el rendimiento edad de la vaca. Sequeira (1986) menciona que el ganado criollo a diferencia de las razas europeas, presenta una declinación de la producción con el número de partos menos brusca lo que indica una mayor producción por vida. Este descenso corresponde al sexto o séptimo parto en condiciones templadas, mientras que en el trópico corresponde al cuarto o quinto parto a causa de que la edad a primer parto en condiciones tropicales ocurre generalmente a mayor edad (Verde, 1979; Sequeira, 1986; Salgado 1988).

2.6.3 EL AÑO Y LA EPOCA DE PARTO.

Las variaciones en las condiciones climáticas que se relacionan con la disponibilidad de alimentos en las épocas o el mes de parto, afectan la producción de leche (Fisher, 1983). Sin embargo, aún en condiciones tropicales este efecto puede ser distinto para regiones con período de lluvia y período seco bien definidos, que para regiones tropicales húmedas con lluvia en todos los meses del año.

Bodisco (1966) encontró en una zona con períodos de lluvia bien definidos, diferencias altamente significativas entre la época de parto, encontrando menores producciones en las vacas que parían en período seco, a diferencia de lo encontrado por Negrón (1974) en una región húmeda, en la que los meses de mayor precipitación afectaron negativamente a la producción, lo anterior indica que es importante considerar a la época debido a fluctuaciones en el manejo de las lecherías.

Es de esperar que tanto las condiciones de manejo como las condiciones climáticas pueden repercutir en los niveles productivos a través de los años de parto. Viteri (1979), Murillo (1982), Sequeira (1986) y Salgado (1988) han encontrado que el efecto de año de parición es significativo, sin embargo, Bodisco (1978) no encontró tal efecto. En hatos lecheros de la raza Jamaica Hope (Schneeberger et al, 1982) se encontró una declinación de la producción por lactancia a través de los años, lo cual puede reflejar deficiencias en los sistemas de manejo. Por esto es importante que las comparaciones del rendimiento animal sean hechas dentro de "Grupos contemporáneos" o sea animales nacidos en la misma finca-año-estación (Brinks, 1990).

2.6.5 DIAS ABIERTOS E INTERVALO ENTRE PARTOS.

Los días abiertos deben permanecer entre 60 a 90 días para obtener una lactancia por año, situación difícil de alcanzar con las razas lecheras templadas en el trópico (Wilkins, 1984). Ripley et al. (1970) reportan que este efecto afecta la variabilidad de la producción de un 4.8 a 5.4 %, por lo cual tiene importancia considerarlo al hacer evaluaciones del ganado lechero. Entre los principales factores que afectan las características reproductivas está el grupo racial, por ejemplo, se han encontrado menores intervalos entre partos para vacas con 50% de raza Europea en comparación con vacas de raza pura (McDowell, 1985; Martínez et al., 1988).

Existen trabajos que relacionan la eficiencia reproductiva con la productiva, por ejemplo Seykora y McDaniel (1983); Kragelund et al (1979) encontraron resultados en los que indican que por cada incremento genético de 1000 Kg de leche, se aumentarán de 5 a 10 días abiertos. Lo anterior indica que los días abiertos no solo son indicativos de la eficiencia reproductiva sino que también hace referencia de la adaptabilidad de los animales a las condiciones existentes.

2.7 FACTORES GENETICOS QUE AFECTAN LA PRODUCCION.

Los factores genéticos pueden observarse a través de las diferencias entre razas, diferencias entre individuos de una misma raza y por efectos de la endogamia (Ferreira et al, 1989; Ruíz, 1992). En el trópico los recursos animales utilizados en las lecherías han sido principalmente Bos taurus y sus cruces con Bos indicus, dependiendo del sistema de producción. En sistemas especializados de Costa Rica, Cubillos (1991) reporta producciones de 4581 Kg vaca⁻¹ lactancia⁻¹ para la raza Holstein, mientras que Rodríguez (1976) y Salgado (1988) en este mismo país encontraron producciones para la raza Jersey de 2648 ± 865 y 2125.3 ± 66.8 respectivamente, sin embargo, los rendimientos de la raza Jersey han sido alcanzados en condiciones de pastoreo sin suministro de concentrado. Esta raza ha mostrado adaptabilidad a condiciones tropicales reflejada en sus parámetros reproductivos (De Alba, 1985; Ruvuna, 1983).

Sharma et al (1982) encontraron menores fluctuaciones productivas debido a cambios climáticos en la raza Jersey que en la Holstein. Breinholt (1981) menciona que las razas pequeñas pueden ser mas tolerantes al calor que las grandes, debido posiblemente a la alta producción de calor asociado con las altas producciones. El mejoramiento genético que puede lograrse en determinada característica depende de la variabilidad genética con que cuenta. Esta variabilidad es cuantificada mediante el calculo de la heredabilidad (h^2) (Ponzoni, 1991).

Turner y Young (1969) mencionan que cuando se quiere predecir cambios genéticos es importante considerar el valor de la heredabilidad, ya que cuando tiene valores altos es posible aplicar la selección para el mejoramiento de la próxima generación, escogiendo a los animales que puedan transmitir genes para determinadas capacidades a la descendencia. Lo anterior señala que la variabilidad genética originada por lo individual es la base de la evaluación de animales reproductores.

En general la h^2 para la producción de leche en los trópicos es bastante variable encontrándose valores entre .03 y .64 (Tewolde, 1987). En el cuadro 1 se presentan algunos valores de h^2 para producción láctea reportados en diferentes países, los datos señalan la existencia de la variabilidad genética para la producción de leche. También se nota una clara diferencia en el número de observaciones que han sido usadas para el calculo de la h^2 , los cuales varían de 530 a 32,077 lactancias. Lo anterior indica que el uso de evaluaciones de reproductores en programas de selección en condiciones tropicales pueden tener impacto en el mejoramiento genético regional.

2.7.1 EVALUACION ANIMAL COMO ESTRATEGIA DE INTENSIFICACION.

Es importante considerar que existe una gran distribución de semen en países de América tropical, proveniente principalmente de los EE.UU. y del Canada, siendo ampliamente utilizado en los sistemas de producción animal, sin embargo, son escasos los estudios de pruebas de progenie de dichos sementales en estas condiciones. Aunque se tienen clasificaciones de estos animales en condiciones templadas, es de interés conocer su comportamiento a través de la información generada por las hijas para las condiciones locales.

CUADRO 1. INDICES DE HERENCIA PARA LA PRODUCCION DE LECHE.

AUTOR	AÑO	PAIS	RAZA ó GRUPO RACIAL	N	$h^2 \pm \sigma h^2$
ZONAS TROPICALES					
Amble <u>et al</u> ,	1958	India	Shindhi	---	.37 \pm .14
Adkinson <u>et al</u> ,	1974	Ecuador	Holstein	24,500	.32 \pm .02
Peroz <u>et al</u> ,	1974	Guatemala	Holstein	749	.29
Alvarez	1975	Costa Rica	Criollo	1,117	.25 \pm .01
Vaccaro <u>et al</u> ,	1979	Perú	Holstein	3,108	.49 \pm .03
Schneeberger <u>et al</u> ,	1982	Jamaica	Jamaica Hope	8,819	.35
Núñez <u>et al</u> ,	1983	México	Holstein	1,082	.26 \pm .11
De Alba y Kennedy	1985	Costa Rica	Jersey	545	.28
Abubakar <u>et al</u> ,	1986	Colombia	Holstein	24,134	.07
Sequeira	1986	Nicaragua	Pardo Suizo	1,514	.06 \pm .05
Salgado	1986	México	Holstein	1,112	.28 \pm .11
Salgado	1988	Costa Rica	Criollo		
			Jersey	830	.27 \pm .09
ZONAS TEMPLADAS					
Gacula <u>et al</u> ,	1968	EE.UU.	Jersey	692	.46 \pm .24
			Holstein	1,005	.37 \pm .21
			Pardo Suizo	742	.29 \pm .22
			Ayshire	961	.43 \pm .19
Hargrove <u>et al</u> ,	1981	EE.UU.	Holstein	9,747	.23 \pm .07
Peterson <u>et al</u> ,	1982	EE.UU.	Holstein	530	.48 \pm .17
Seykora y McDaniel	1983	EE.UU.	Holstein	3,431	.25 \pm .05
Jager y Kennedy	1987	Canada	Holstein	32,077	.28
Hermas <u>et al</u> ,	1987	EE.UU.	Guernsey	---	.24 \pm .12

La trascendencia de la selección de sementales para ser utilizados en un programa de mejoramiento es de vital importancia, debido al impacto que tienen sobre el pool genético futuro del hato. Ponzoni (1991) menciona el gran efecto que tiene la respuesta acumulativa lograda por efecto del mejoramiento de los futuros reproductores, aunque los cambios en el comportamiento productivo anual sean pequeños, el impacto es mucho mayor cuando se toma en cuenta que el mejoramiento puede incluir a miles de animales, lo cual hace del mejoramiento un medio poderoso para aumentar la eficiencia del componente animal a nivel regional.

Existen diferentes técnicas para la evaluación animal, entre las que se encuentran: El índice de selección, el cual consiste de la combinación óptima de diferentes características en la evaluación de un animal (Hazel y Lush, 1942); el Modelo Animal, una metodología de alta precisión que presenta varias ventajas sobre otras evaluaciones, como por ejemplo, que puede generar simultáneamente bases genéticas para toros y vacas, que corrige el posible sesgo de la evaluación de toros por el mérito genético de la vaca con la que se aparean (Van Vleck y Nuñez, 1991).

Las técnicas de BLUP (Best Linear Unbiased Predictions) también han sido ampliamente utilizadas en las evaluaciones animales debido a su exactitud para la predicción de valores genéticos, resultando ser un eficaz procedimiento estadístico, superior al índice clásico. Lofgren y Stewart (1991); Mabry *et al* (1987), encontraron mayor precisión en los estimadores de valores genéticos obtenidos mediante BLUP al compararlos con estimadores producidos por la metodología del índice de selección.

Esta técnica es capaz de separar diferencias entre animales que son atribuibles a causas genéticas más que a factores medio ambientales. Su utilidad es mayor cuando se usa la inseminación artificial, debido a las relaciones genéticas existentes entre hatos (Ponzoni, 1991). Esta técnica construye y resuelve ecuaciones para cada grupo contemporáneo, con una ecuación para cada animal evaluado, pudiéndose resolver miles de ecuaciones simultáneamente (Brinks, 1990).

Las técnicas BLUP permiten utilizar toda la información disponible, incluyendo información individual, de la progenie y de los parientes. Esta técnica utiliza una matriz de parentesco para facilitar el uso de la información proveniente de los parientes, puesto que los parientes tienen genes en común se puede usar la información de su comportamiento, mejorando la precisión de los estimadores (Brinks, 1990). En los últimos años el desarrollo de paquetes computacionales (Groeneveld, 1990; Harvey, 1991) para implementar los procedimientos BLUP, han facilitado la utilidad uso práctica de esta técnica.

3.MATERIALES Y METODOS

3.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

El presente trabajo fue realizado en fincas que se encuentran distribuidas en las faldas del volcán Poás de la Cordillera Central de Costa Rica, a una latitud de 10°10' Norte y a una longitud de 84°14' Oeste (Fig 1). La precipitación pluvial anual promedio es de 3445.6 mm, sin un período seco definido, aunque los meses de Febrero, Marzo y Abril se caracterizan por presentar menor precipitación (Fig 2). Las fincas se ubican entre los 1600 y 2100 msnm, con temperaturas que oscilan entre los 13.1 y los 21.4° C (IMN, 1993).

De acuerdo a la clasificación de Holdridge (1987), las fincas están en las zonas de vida de Bosque Pluvial Montáneo Bajo y Bosque Muy Húmedo Montáneo Bajo. La topografía del lugar presenta pendientes pronunciadas, el suelo predominante es de tipo Andisoles de origen volcánico, con un ph ácido (ph 5.0). En general son suelos profundos de textura media a moderadamente liviana, porosos, de buen drenaje y medianamente fértiles (Cubillos, 1991).

3.2 MANEJO EN LAS LECHERIAS.

Las fincas presentan infraestructura para la producción especializada con sala de ordeño, bodega de alimentos, disponibilidad de agua, energía eléctrica y facilidad de acceso. El ordeño es mecánico dos veces por día y se realiza la crianza de terneras es realizada en forma artificial hasta que estas tengan de 3 a 6 meses de edad. El número de potreros siempre es mayor a 30 por finca, lo que indica el uso intensivo de un sistema de pastoreo rotacional, cuyos ciclos de uso son de medio día de ocupación con 30 días de descanso.

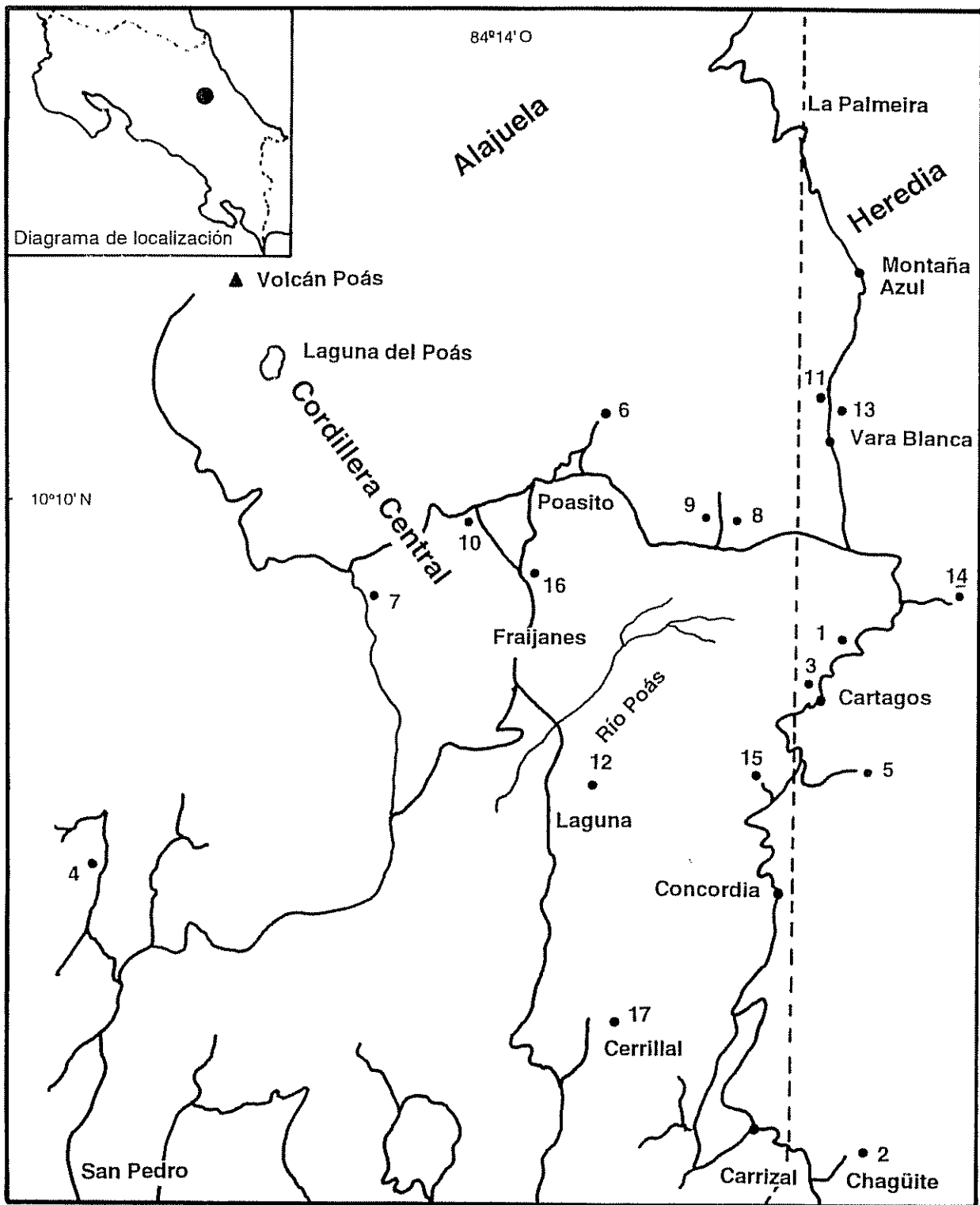


Figura 1. Ubicación de las fincas en estudio

FINCAS

1 EDIMU	7 CRUCE ANDINO	12 LA ROSALIA
2 LA YOLANDA	8 LA AURORA	13 LOS ABEDULES
3 LA MANUELITA	9 EL ARCO IRIS	14 HDA LA GEORGINA
4 LA VISTADA	10 HDA RANCHO VERDE	15 HACIENDA ALASKA
5 LA GIRALDA	11 LAS ABRAS	16 LA CARMELA
6 LA PAZ		17 HDA MANUELITA

———— CARRETERA

----- DIVISION

PROVINCIAS

~~~~~ RIOS



Todas las fincas tienen área de potreros, basados principalmente en pasto Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) mientras que el resto está compuesto por pastos nativos tales como: el Amargo (*Axonopus compressus*), Jenjibrillo (*Paspalum notatum*), Pitilla (*Sporobolus poiretii*), Mielcilla (*Holcus lanatus*), Zacate Ratón (*Anthoxatum odoratum*) y Calinguero (*Melinis minutiflora*). El manejo de todos los potreros incluye fertilización ya sea en forma química u orgánica, aplicando un promedio de 200 Kg de N Ha<sup>-1</sup> Año<sup>-1</sup> (Grinten, 1992).

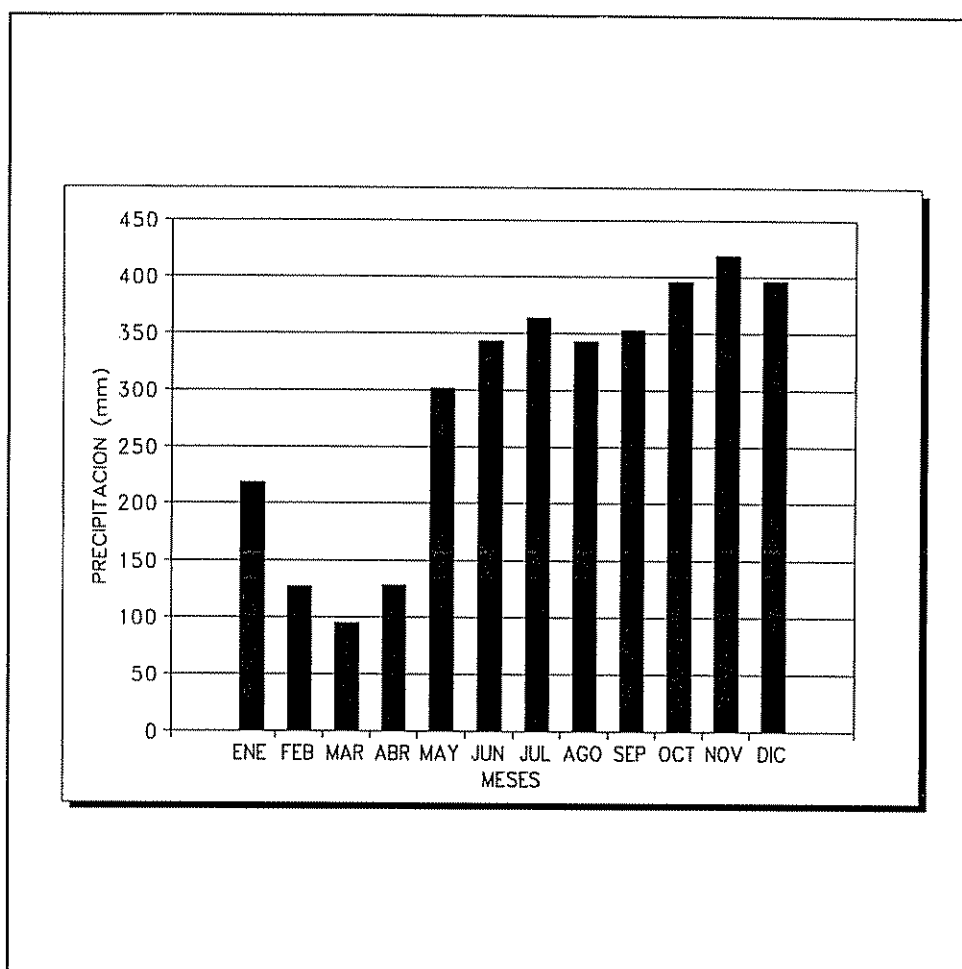


Fig 2. DATOS DE PRECIPITACION PLUVIAL TOMADOS EN LA ESTACION METEOROLOGICA DE VARA BLANCA (Ins. Met. Nal.).

El aporte de concentrado como suplemento varía aproximadamente de 2.0 a 9.0 Kg Vaca<sup>-1</sup> Día<sup>-1</sup>. Además, el uso de otros suplementos tales como la melaza, la "cebada" (subproducto de cervecería), cascara de banano, vástago y sales minerales es común para la mayoría de las fincas, aunque, se desconocen las cantidades exactas suministradas. En diez de las fincas se utiliza el King grass como pasto de corte.

En cuanto a los animales utilizados en lecherías de sistemas especializados, como se describió anteriormente, predominan las razas Holstein y Jersey en un 80% y 20% respectivamente. En todas las fincas se usa la inseminación artificial con semen importado de toros procedentes de Estados Unidos y/o Canada. Sin embargo, tres de las fincas también emplean la monta natural con sementales nacidos en la región.

### 3.3 FASES DEL TRABAJO.

El trabajo consiste básicamente de dos fases. La primera corresponde al diagnóstico estático mediante la aplicación de encuestas y la segunda comprende el análisis de la información de las fincas lecheras monitoreadas con el sistema computarizado VAMPP (ver apéndice 1A).

#### 3.3.1 DIAGNOSTICO ESTATICO.

Se diseñó una encuesta para captar información biofísica de la finca, aspectos socioeconómicos del propietario y las técnicas de manejo en la lechería (ver apéndice 2A). Las encuestas fueron aplicadas en 19 fincas (Cuadro 2) que llevan el control de registros por medio del programa VAMPP. La información captada por medio de las encuestas fue corroborada por el personal técnico que visita periódicamente las fincas. En el cuadro 2, se presenta el tipo de información captada en las encuestas y en la base de datos del VAMPP.

CUADRO 2. FINCAS INCLUIDAS EN EL ESTUDIO.

| No. | Código | NOMBRE       | No. | Código | NOMBRE           |
|-----|--------|--------------|-----|--------|------------------|
| 1   | 41     | EDIMU        | 10  | 56     | EL ARCO IRIS     |
| 2   | 42     | ARETA        | 11  | 57     | HDA RANCHO VERDE |
| 3   | 43     | LA YOLANDA   | 12  | 58     | LAS ABRAS        |
| 4   | 44     | LA MANUELITA | 13  | 59     | LA ROSALIA       |
| 5   | 45     | LA VISTADA   | 14  | 60     | ZAGUANES         |
| 6   | 47     | LA GIRALDA   | 15  | 61     | LOS ABEDULES     |
| 7   | 49     | LA PAZ       | 16  | 63     | HDA LA GEORGINA  |
| 8   | 52     | CRUCE ANDINO | 17  | 65     | HACIENDA ALASKA  |
| 9   | 54     | LA AURORA    | 18  | 66     | LA CARMELA       |
|     |        |              | 19  | 69     | HDA LA MANUELITA |

### 3.3.2 ESTIMACION DEL CONSUMO DE ENERGIA.

Se calculó el consumo de concentrado vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, considerando el concentrado suministrado diariamente a las vacas en ordeño. Para estimar las megacalorías aportadas por el forraje, al total de megacalorías requerida en la ración, según el nivel de producción de las vacas, se le restó la energía aportada por el concentrado. Lo anterior se efectuó asumiendo que las vacas en producción tan solo consumen concentrado y forraje, esto debido al desconocimiento de las cantidades de los otros suplementos suministrados.

$$EDr = EDC + EDF$$

$$EDf = EDr - EDC$$

EDr= Megacalorias de energía digestible requerida de acuerdo a los niveles de producción de las vacas (NRC, 1988).

EDc= Aporte de megacalorias de energía digestible del concentrado.

EDf= Energía digestible proporcionada por el forraje.

### 3.3.3 MONITOREO DE LAS FINCAS CON EL VAMPP.

El paquete computacional VAMPP participa en el manejo sanitario, reproductivo y productivo de hatos lecheros, generando simultáneamente, bases de datos por medio del registro de la información relacionada con estos aspectos. De esta forma, existe la posibilidad de hacer un análisis a nivel de finca individual o de grupos de ellas, en determinada región del país.

### 3.4 PROCEDIMIENTOS ANALITICOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO.

Las dos fases del estudio generaron información de acuerdo con los objetivos señalados anteriormente. A dicha información, se le aplicó los análisis estadísticos correspondientes a cada fase.

#### 3.4.1 DIAGNOSTICO ESTATICO.

Se observaron las propiedades biométricas de las características cuantitativas que están relacionadas directamente con la producción de leche, mediante la generación de estadísticas descriptivas (Cuadro 4). De la información original, se eliminaron variables muy correlacionadas entre sí y que no participaban significativamente en la caracterización de las fincas (Cuadro 5).

Para caracterizar a las fincas se seleccionaron variables relacionadas con la productividad de las fincas, tales como: área de potreros, carga animal, área de pasto de corte, vacas en ordeño, kilogramos de concentrado por vaca al día, producción de leche individual y producción de leche por hectárea. Estas variables pudieron discriminar los niveles de intensificación de las fincas, además de que han sido consideradas de importancia en los trabajos de caracterización de acuerdo con RIMISP (Landin, 1990).

CUADRO 3. TIPO DE INFORMACION.

| INFORMACION BIOFISICA Y DE MANEJO     |       |
|---------------------------------------|-------|
| Extensión total de la finca           | EXTO  |
| Extensión de potreros                 | EXPO  |
| Altitud                               | ALT   |
| Topografía                            | TOPO  |
| Número de potreros                    | NUPO  |
| Tamaño de los potreros                | TAPO  |
| Area con pasto de corte               | PASC  |
| Fertilización química                 | FERQ  |
| Fertilización orgánica                | FERO  |
| Kgs. de concentrado por vaca al día   | CONC  |
| Tipo de suplementos                   | SUPL  |
| Control de malezas                    | MALE  |
| INFORMACION SOCIOECONOMICA            |       |
| Si el dueño administra la finca       | ADM   |
| Actividad principal del dueño         | ACPR  |
| Tiempo dedicado a la lechería         | TIME  |
| Participación en los ingresos         | ING   |
| Nivel de estudio                      | EST   |
| Años de experiencia del administrador | AÑEX  |
| Número de familias en la finca        | NUFA  |
| Mano de obra en la finca              | MAO   |
| Pago por mano de obra fija            | ¢MAC  |
| Costo por pajilla de semen            | ¢PAJ  |
| INFORMACION BIOLOGICA                 |       |
| Identificación de la finca            | FIN   |
| Número de cabezas al año              | CAB   |
| Vacas en ordeño                       | VAOR  |
| Unidades animal                       | U.A.  |
| Carga animal                          | C.A.  |
| Porcentaje de vacas en ordeño         | VCAB  |
| Producción por finca                  | PF305 |
| Producción por hectarea               | PRHA  |
| Producción/Año/ finca                 | PFIN  |
| Identificación de la vaca             | IDV   |
| Raza de la vaca                       | RAZA  |
| Padre de la vaca                      | PAD   |
| Número de parto                       | NP    |
| Fecha de parto                        | FP    |
| Epoca de parto                        | S     |
| Edad al parto                         | EDP   |
| Largo de lactancia                    | LL    |
| Días de gestación                     | DGES  |
| Días parto concepción                 | DPC   |
| Intervalo entre partos                | IEP   |
| Producción ajustada a 305 días        | P305  |
| Producción total                      | PSEC  |

CUADRO 4. ESTADISTICAS DESCRIPTIVAS.

| VARIABLES | N  | MEDIA  | DESV. EST | C.V.   | MINIMO | MAXIMO  |
|-----------|----|--------|-----------|--------|--------|---------|
| ALT       | 19 | 1890   | 136       | 7.19   | 1600   | 2100    |
| EXTO      | 19 | 123.84 | 135.02    | 109.03 | 7      | 560     |
| EXPO      | 19 | 75.31  | 74.09     | 98.38  | 7      | 320     |
| TAPO      | 19 | 3.76   | 2.33      | 61.96  | 0.63   | 10      |
| PASC      | 19 | 1.74   | 3.03      | 174.13 | 0      | 10.5    |
| CONC      | 19 | 5.60   | 1.95      | 34.8   | 2.2    | 19.4    |
| CAB       | 19 | 119.63 | 82.63     | 69.07  | 22     | 334     |
| VADU      | 19 | 63.26  | 44.07     | 69.66  | 9.0    | 178     |
| VCAB      | 19 | 0.53   | 0.05      | 9.43   | 0.45   | 0.63    |
| U.A.      | 19 | 90.05  | 61.45     | 68.24  | 19.37  | 248.4   |
| C.A.      | 19 | 1.94   | 1.61      | 80.74  | 0.48   | 5.50    |
| P305      | 17 | 5109   | 943.7     | 18.47  | 2953   | 6745    |
| PRHA      | 17 | 7870   | 6768      | 85.99  | 1437   | 24238   |
| PFIN      | 17 | 332708 | 240396    | 72.25  | 106553 | 1001327 |

CUADRO 5. ANALISIS DE CORRELACION (Rij).

|      | EXTO | EXPO  | TAPO | PASC | CONC | VADU  | C.A.   | PP305 | PRHA   |
|------|------|-------|------|------|------|-------|--------|-------|--------|
| EXTO | 1    | .93** | .39  | .36  | .18  | .60** | -.50*  | -.28  | -.52*  |
| EXPO |      | 1     | .38  | .44* | .24  | .68** | -.50** | -.12  | -.51*  |
| TAPO |      |       | 1    | .31  | .19  | .20   | -.58** | -.41  | -.63** |
| PASC |      |       |      | 1    | -.27 | .21   | -.35   | -.23  | -.36   |
| CONC |      |       |      |      | 1    | .13*  | -.16   | .33   | -.13   |
| VADU |      |       |      |      |      | 1     | .05    | .01   | .04    |
| C.A. |      |       |      |      |      |       | 1      | .46*  | .97**  |
| P305 |      |       |      |      |      |       |        | 1     | .57**  |
| PRHA |      |       |      |      |      |       |        |       | 1      |

\* (P ≤ .05)

\*\* (P ≤ .01)

A las variables seleccionadas, se les aplicó un análisis de Componentes Principales, para disminuir la dimensionalidad a un tres factores independientes que explican el 82.4 % de la variabilidad total. Estos factores se incorporaron a un análisis de conglomerados (Cluster Analysis) para identificar grupos de fincas similares entre si, de acuerdo con su nivel de intensificación el cual es definido en función de las variables antes mencionadas. El análisis cluster permitió formar grupos con deferentes niveles de intensificación. Para seleccionar el número de grupos adecuados se consideraron los valores pseudo 't' y pseudo 'f'.

El algoritmo utilizado en el análisis cluster fue el de Ward:

$$W = \sum_{i=1}^{i=g} \sum_{j=1}^{j=n_i} (X_{ij} - \bar{X})^2 \quad (\text{Ward, 1963})$$

Para verificar el agrupamiento, se llevó a cabo un análisis discriminante para que posteriormente se efectuaran análisis de varianza y pruebas Duncan para la comparación de medias múltiples entre los grupos formados.

#### 3.4.2 SEGUIMIENTO DE FINCAS.

La información captada por medio del VAMPP a nivel de finca fue también sometida a un análisis estadístico. La información incluye 5 años de seguimiento en 19 hatos lecheros, incluyendo información desde Enero de 1988 hasta Enero de 1993 (Ver apéndice 3A).

##### 3.4.2.1 INFORMACION SOBRE LA BASE DE DATOS.

La base de datos procedente de la etapa de seguimiento de fincas por medio del VAMPP contenía 3717 lactancias provenientes de 1917 vacas (Cuadro 6), sin embargo se eliminaron lactancias que no tenían información sobre la producción de leche y

lactancias cortas interrumpidas. Las producciones ajustadas a 305 días contenían por lo menos 200 días de duración.

CUADRO 6. NUMERO DE REGISTROS EN LA BASE DE DATOS.

| RAZA                     | No. VACAS | %    | No. LACT. | %    |
|--------------------------|-----------|------|-----------|------|
| HOLSTEIN                 | 1501      | 78.3 | 2891      | 77.7 |
| JERSEY                   | 391       | 20.4 | 783       | 21.1 |
| OTROS<br>(HxJ, PS, HxBI) | 25        | 1.3  | 43        | 1.2  |
| TOTAL                    | 1917      | 100  | 3717      | 100  |

En la base de datos original se identificaron 356 sementales que son utilizados en todas las fincas, de estos solo el 10% son utilizados por medio de monta natural, el resto se utiliza por medio de inseminación artificial. Después de la edición de la base de datos se clasificaron los sementales de acuerdo al número de hijas que cada uno tenía en las fincas (ver apéndice 4A), de esta forma se encontró la siguiente información:

CUADRO 7. CLASIFICACION DE SEMENTALES POR EL NUMERO DE HIJAS.

| RAZA HOLSTEIN  |           | RAZA JERSEY    |           |
|----------------|-----------|----------------|-----------|
| No. SEMENTALES | No. HIJAS | No. SEMENTALES | No. HIJAS |
| 84             | 1         | 36             | 1         |
| 52             | 2         | 16             | 2         |
| 22             | 3         | 14             | 3         |
| 15             | 4         | 2              | 4         |
| 32             | 5 - 9     | 12             | 5 - 9     |
| 23             | ≥ 10      | 3              | ≥ 10      |
| TOTAL=         | 228       | TOTAL=         | 83        |



### 3.4.2.2 ANALISIS PARA EFECTOS NO GENETICOS.

Los registros de producción de leche ajustados a 305 días de lactancia (P305), fueron sometidos a un análisis estadístico empleando el paquete Harvey (1991) y usando el siguiente modelo (modelo 1) :

$$Y_{ijklmn} = \mu + FIN_i + RAZ_j + NP_k + AP_l + E_m + (RAZ*NP)_{jk} + E_{ijklmn} \quad (1)$$

en donde:

$Y_{ijklmn}$  = producción de leche ajustada a 305d, días parto concepción, días de gestación.

$\mu$  = media general si existieran frecuencias iguales entre las subclases.

$FIN_i$  = efecto fijo de la i-esima finca.

$RAZ_j$  = efecto fijo de la j-esima raza de la vaca.

$NP_k$  = efecto fijo del k-esimo número de parto.

$AP_l$  = efecto fijo del l-esimo año de parto de la vaca.

$E_m$  = efecto fijo de la m-esima época de parto.

$(RAZ*NP)_{jk}$  = interacción raza y número de parto

$E_{ijklmn}$  = error experimental aleatorio NID  $(0, \sigma^2)$ .

Este mismo análisis fue hecho para cada raza pero incluyendo además el efecto de vacas, absorbiendo este efecto dentro de los años de parto. Con base en los resultados de este análisis se hicieron ajustes por número de parto de la siguiente manera:

$$P305A = \frac{Z_{k(l)}}{X_{jk(l)}} * P305_{ijk(l)} \quad \text{en}$$

donde:

P305A = Producción de leche ajustada por largo de lactancia y número de parto.

$Z_{k(l)}$  = Media de mínimos cuadrados de P305 para el cuarto parto.

$X_{jk(l)}$  = Media de mínimos cuadrados de P305 para el número de parto  $j$  de la característica  $k$  en la raza  $l$ .

$P305_{ijk(l)}$  = Producción de leche ajustada por largo de lactancia.

### 3.4.2.3 ANALISIS GENETICO.

Una vez que los registros de producción de leche fueron ajustados por largo de lactancia a 305 días y por número de parto (cuarto NP), se procedió a realizar un análisis genético empleando el siguiente modelo mixto. El procedimiento utilizado fue el descrito por Harvey (1991) para modelos mixtos (modelo 4).

$$Y_{ijklmn} = \mu + SEM_i + IDV_{j(i)} + FIN_k + AP_l + E_m \\ + (FIN*AP)_{kl} + E_{ijklmn}$$

donde:

$Y_{ijklmn}$  = producción de leche ajustada por largo de lactancia y por número de parto.

$\mu$  = media general si existieran frecuencias iguales entre las subclases.

$SEM_i$  = efecto aleatorio del  $i$ -ésimo padre de la vaca.

$IDV_{j(i)}$  = efecto aleatorio de la  $j$ -ésima vaca dentro del  $i$ -ésimo semental.

$FIN_k$  = efecto fijo de la  $k$ -ésima finca.

$AP_l$  = efecto fijo del  $l$ -ésimo año de parto de la vaca.

$E_m$  = efecto fijo de la  $m$ -ésima época de parto.

$(FIN*AP)_{kl}$  = interacción finca por año de parto

$E_{ijklmn}$  = error experimental aleatorio NID  $(0, \sigma^2)$ .

Debido a confusiones entre los efectos finca, año y época de parto se procedió a absorber tales efectos, para de esta forma poder estimar los componentes de varianza de sementales y de vacas dentro de sementales. El análisis de varianza correspondiente se muestra en el cuadro .

CUADRO 8. ANALISIS DE VARIANZA Y COMPONENTES DE VARIANZA PARA P305A.

| Fuente de variación | Grados de libertad           | Cuadrado medio | Esperanza de los cuadrados medios            |
|---------------------|------------------------------|----------------|----------------------------------------------|
| SEMENTALES (P)      | P-1                          | CM(P)          | $\sigma_e^2 + K_2\sigma_v^2 + K_3\sigma_p^2$ |
| VACAS/P (V/P)       | $\Sigma(Vj-1)$               | CM(V/P)        | $\sigma_e^2 + K_1\sigma_v^2$                 |
| FINCA (F)           | F-1                          | CM(F)          | IRRELEVANTE                                  |
| AÑO (A)             | A-1                          | CM(A)          | IRRELEVANTE                                  |
| EPOCA (S)           | S-1                          | CM(S)          | IRRELEVANTE                                  |
| ERROR (e)           | $\Sigma\Sigma(n_{ijklmn}-1)$ | CM(e)          | $\sigma_e^2$                                 |

A partir del análisis de varianza anterior se obtuvieron los componentes de varianza correspondientes a semental ( $\sigma_p$ ) y vacas/semiental ( $\sigma_{vp}$ ) para cada una de las razas (Holstein y Jersey). Dichos componentes de varianza fueron utilizados para obtener estimadores de parámetros genéticos como  $h^2$  y  $r$  para la producción de leche, a través de las siguientes expresiones:

La  $h^2$  fue estimada mediante la correlación intraclase en familias de medios hermanos paternos como:

$$h^2 = \frac{4 \sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \sigma_v^2 + \sigma_e^2} \quad (\text{Becker, 1985})$$

y el índice de constancia por medio de la correlación entre registros sobre la misma vaca como:

$$r = \frac{\sigma_p^2 + \sigma_v^2}{\sigma_p^2 + \sigma_v^2 + \sigma_e^2} \quad (\text{Becker, 1985})$$

El error estándar de la repetibilidad se estimó mediante la siguiente formula:

$$\sigma_r = \left[ \frac{2(m-1)(1-r)^2 [1+(K_1-1)r]^2}{K_1^2 (m-N) (N-1)} \right]^{1/2} \quad (\text{Becker, 1985})$$

donde:

r= repetibilidad o índice de constancia

m= número de lactancias

K<sub>1</sub>= coeficiente del componente de varianza asociado a las vacas

N= número de vacas

#### 3.4.2.4 PREDICCIÓN DE LOS VALORES GENÉTICOS PARA LOS SEMENTALES UTILIZADOS EN LAS FINCAS EN SEGUIMIENTO.

Existen diferentes trabajos en los que se ha mostrado la utilidad de las técnicas para predicción de valores genéticos en el trópico, tales como los índices de selección (Salgado, 1988) y el Modelo Animal en condiciones subtropicales (Van Vleck y Nuñez, 1991). Sin embargo, en el presente estudio se utilizó la técnica BLUP (Best Linear Unbiased Predictions), la cual se adaptó a la estructura de los datos existentes.

La técnica de BLUP se desarrolló con el fin de aumentar la precisión de los estimadores del valor genético de los animales (Brinks, 1990), siendo este un procedimiento adecuado para la selección de reproductores. En este trabajo se utilizó información de medios hermanos para las dos razas aplicando el siguiente modelo de acuerdo con el procedimiento descrito en el

modelo 8 de Harvey (1991). Para ello se utilizó el siguiente modelo.

$$Y_{ijk} = \mu + SEM_i + F-A-E_j + E_{ijk} \quad (3)$$

en donde:

$Y_{ijk}$  = producción de leche ajustada por largo de lactancia y por número de parto.

$\mu$  = media general si existieran frecuencias iguales entre las subclases.

$SEM_i$  = efecto aleatorio del  $i$ -esimo semental.

$F-A-E_j$  = efecto fijo de la  $j$ -esima finca-año-estación

$E_{ijk}$  = error experimental aleatorio NID  $(0, \sigma^2)$ .

Este modelo fue aplicado en cada una de las dos razas, utilizando el índice de constancia obtenido por el modelo anterior. Los sementales incluidos en este análisis fueron seleccionados de acuerdo al número de hijas que poseían (ver apéndice 5A). Aquellos que tenían menos de tres hijas fueron eliminados, para disminuir el error de predicción. Los estimados (BLUP) obtenidos permitieron hacer una clasificación de los toros incluidos en los archivos, de acuerdo a su valor genético, ya sea este positivo o negativo.

#### 4.RESULTADOS Y DISCUSION.

La primera etapa del trabajo corresponde a la caracterización de fincas lecheras mediante el diagnóstico estático y la segunda etapa consistió del análisis de la información del seguimiento de las 19 fincas en estudio. A continuación se presentan los resultados obtenidos en cada una de las fases del trabajo.

##### 4.1 DIAGNOSTICO ESTATICO.

De las encuestas aplicadas en las 19 fincas, se pudieron cuantificar aspectos relacionados con lo biofísico, técnicas de manejo y aspectos socioeconómicos. En el cuadro 9, se puede observar que las características biofísicas son muy variables. Por ejemplo, en el tamaño de las fincas la extensión total de las fincas fluctúa entre las 7 y 560 Has., mientras que el área para pastizales comprende de 7 a 320 Has. El número de potreros varía de 32 a 255, indicando la posibilidad de la rotación de potreros con medio día de ocupación y 30 días de descanso. Según Cubillos (1991), este período resulta adecuado para zonas altas con pasto kikuyo. El tamaño de los potreros tampoco resulta ser uniforme, ya que hay fincas con potreros que tienen desde 630 m<sup>2</sup> hasta 10000 m<sup>2</sup>, lo cual puede tener implicaciones para el ajuste de la carga animal.

La fertilización se realiza en el 100% de las fincas ya sea en forma química u orgánica, el 78.9% lo hacen en forma química y también en forma orgánica mediante el "paleteo" del estiercol en los potreros y/o la distribución del agua de la sala de ordeño. El 73.7% de las fincas hacen el control de malezas en forma manual, mientras que el 57.9% lo hacen en forma química

En cuanto a la alimentación los resultados del diagnóstico muestran que solo nueve de las fincas utilizan pasto de corte, siendo el King grass el pasto comunmente utilizado. Las fincas que incorporan este suplemento dedican un área que varía de .15 Has. a 10.5 Has., sin embargo, el área para pasto de corte no se relaciona proporcionalmente con el total de animales del hato, ya que existe una área para su cultivo que varía de 17 m<sup>2</sup> a 987.6 m<sup>2</sup> por animal. Cubillos (1991), menciona que el King grass es una alternativa para las lecherías debido a sus altos rendimientos de forraje por hectárea.

Invariablemente todas las fincas usan concentrado en cantidades de 3.4 a 9.8 Kg vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> (Base húmeda), estas variaciones se relacionan con los niveles de producción de cada una de las fincas. Es importante tomar en cuenta que aún cuando el concentrado puede participar en la intensificación de las fincas, afecta en forma significativa los costos de producción. En un estudio de seguimiento en la misma región en estudio (Cubillos, 1991), se detectó una correlación positiva entre el consumo de concentrado y la producción de leche, situación que no se presentó en este trabajo, como se puede observar en el Cuadro 4 del anterior capítulo. Esto se puede explicar por las diferencias genéticas que tienen los animales para convertir concentrado en leche (Peterson(1988) citado por Powell et al, 1990).

CUADRO 9. DESCRIPCION DE LOS DATOS DEL DIAGNOSTICO.

|                                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| FINCAS                               | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       |
| CODIGO FINCA                         | 41       | 43       | 44       | 45       | 47       | 49       | 52       | 53       | 54       | 56       |
| ALTITUD (1000msnm)                   | 2        | 1.7      | 2        | 1.6      | 2        | 1.9      | 2.09     | 2        | 1.8      | 1.8      |
| EXTENSION (Has.)                     | 174      | 128      | 63       | 160      | 50       | 300      | 22       | 245      | 84       | 200      |
| AREA PASTIZALES (Has.)               | 157      | 80       | 42       | 80       | 45       | 100      | 22       | 160      | 65       | 62       |
| No. DE POTREROS                      | 64       | 73       | 140      | 36       | 255      | 64       | 60       | 70       | 70       | 95       |
| TAMANO POTRERO (1000M <sup>2</sup> ) | 2.8      | 5        | 1.8      | 5        | 1.2      | 5        | 1.5      | 5        | 5        | 5        |
| PASTO DE CORTE (Has.)                | 0.5      | 8        | 0        | 3.5      | 0        | 0        | 0        | 10.5     | 1.5      | 0        |
| Kgs. CONCENTRADO/VACA/DIA            | 6.7      | 4.3      | 4.1      | 5.2      | 5.3      | 5.3      | 7.1      | 3.4      | 5.9      | 3.5      |
| TOTAL DEL HATO                       | 144      | 81       | 278      | 213      | 143      | 62       | 43       | 176      | 100      | 66       |
| VACAS ADULTAS                        | 84       | 53       | 148      | 112      | 70       | 36       | 22       | 88       | 49       | 39       |
| VACAS/HECTAREA                       | 0.53     | 0.63     | 3.39     | 1.42     | 1.64     | 0.36     | 1.04     | 0.56     | 0.76     | 0.64     |
| VACAS ORDENO/HATO                    | 0.58     | 0.63     | 0.51     | 0.53     | 0.51     | 0.57     | 0.53     | 0.52     | 0.5      | 0.61     |
| UNIDADES ANIMAL                      | 105.86   | 65.26    | 209.18   | 157.34   | 103.5    | 47.62    | 31.97    | 138.74   | 75       | 52.22    |
| CARGA ANIMAL                         | 0.67     | 0.82     | 4.98     | 1.97     | 2.3      | 0.48     | 1.45     | 0.87     | 1.15     | 0.84     |
| PROD. PROM./VACA(Kg)                 | 5137.95  | 4098.93  | 4595.46  | 5449.9   | 5308.86  | 3990.74  | 6745.1   | -        | 4566.5   | 5597.36  |
| PRODUCCION/HECTAREA(Kg)              | 2723.1   | 2582.33  | 15578.61 | 7738.86  | 8706.53  | 1436.67  | 7014.9   | -        | 3470.54  | 5989.17  |
| PRODUCCION/FINCA(Kg)                 | 431587.8 | 217243.3 | 680128.1 | 610388.8 | 371620.2 | 143666.6 | 148392.2 | -        | 223758.5 | 363828.4 |
| FINCAS                               | 11       | 12       | 13       | 14       | 15       | 16       | 17       | 18       | 19       |          |
| CODIGO DE FINCAS                     | 57       | 58       | 59       | 61       | 62       | 63       | 65       | 66       | 69       |          |
| ALTITUD                              | 2        | 1.8      | 1.8      | 1.9      | 1.8      | 2.1      | 2        | 1.8      | 2        |          |
| EXTENSION (Has.)                     | 60       | 85       | 130      | 18       | 29       | 560      | 18       | 7        | 20       |          |
| AREA PASTIZALES                      | 60       | 63       | 100      | 15       | 19       | 320      | 18       | 7        | 16       |          |
| No. DE POTREROS                      | 32       | 92       | 118      | 70       | 70       | 45       | 60       | 60       | 138      |          |
| TAMANO POTRERO (1000M <sup>2</sup> ) | 6        | 10       | 5        | 2.5      | 2.5      | 5        | 1.5      | 0.63     | 1.05     |          |
| PASTO DE CORTE (Has.)                | 0        | 0.5      | 5        | 0        | 0        | 3        | 0.15     | 0.5      | 0        |          |
| Kgs. CONCENTRADO/VACA/DIA            | 4.2      | 9.4      | 4        | 8.2      | 6.2      | 9.2      | 6        | 6.5      | 9.8      |          |
| TOTAL DEL HATO                       | 120      | 134      | 66       | 38       | 22       | 334      | 88       | 52       | 113      |          |
| VACAS ADULTAS                        | 65       | 73       | 31       | 21       | 9        | 178      | 55       | 24       | 45       |          |
| VACAS/HECTAREA                       | 1.07     | 1.15     | 0.33     | 1.39     | 0.53     | 0.56     | 3.06     | 3.64     | 3.07     |          |
| VACAS ORDENO/HATO                    | 0.53     | 0.54     | 0.5      | 0.56     | 0.45     | 0.54     | 0.63     | 0.46     | 0.45     |          |
| UNIDADES ANIMAL                      | 91       | 103.87   | 49.22    | 28.82    | 19.37    | 248.45   | 68.32    | 38.52    | 76.76    |          |
| CARGA ANIMAL                         | 1.52     | 1.65     | 0.49     | 1.92     | 1.02     | 0.78     | 3.8      | 5.5      | 4.8      |          |
| PROD. PROM./VACA(Kg)                 | 2952.82  | 5147.9   | 4551.76  | 5073.93  | -        | 5625.43  | 5483.98  | 6658.84  | 5867.7   |          |
| PRODUCCION/HECTAREA(Kg)              | 1889.80  | 5920.1   | 1502.1   | 7052.76  | -        | 3150.24  | 16780.98 | 24238.18 | 18013.84 |          |
| PRODUCCION/FINCA(Kg)                 | 115160   | 375796.7 | 141104.6 | 106552.5 | -        | 1001327  | 301618.9 | 159812.2 | 264046.5 |          |



La variabilidad también se observa en el número promedio de animales por finca, el cual va de 22 a 334 animales, mientras que el porcentaje de vacas en ordeño varía de 45% a 63% , este último valor está por debajo del deseable de 70-80 % (CATIE, 1987) para que el hato resulte ser rentable, el número de vacas ordeñadas anualmente es de 10 a 187 vacas.

Otro factor importante en el proceso de intensificación es la carga animal cuyo valor aparente por finca está entre .48 U.A. Ha.<sup>-1</sup> a 5.5 U.A. Ha.<sup>-1</sup>. Solo cuatro fincas presentan cargas mayores a 3.8 U.A. Ha.<sup>-1</sup>, las cuales corresponden a fincas que poseen tanto la raza Holstein como la Jersey y tienen mayor intensificación del sistema como se mostrará más adelante. Ahlborn y Bryant (1992) encontraron que las vacas Jersey alcanzaban mayor rentabilidad y eficiencia que las Holstein con cargas entre 3.0 a 3.7 U.A. Ha.<sup>-1</sup>. Los niveles de producción aparente según los datos colectados van de 2952.82 a 6745.1 Kg por lactancia ajustada a 305 días, existiendo 15 de las 19 fincas tienen rendimientos superiores a los 4000 Kg. Estos resultados difieren de otros obtenidos en el mismo país (BCIE/CATIE, 1990).

Con base en los datos anteriores, es factible ajustar las cantidades de concentrado suministrado por vaca y la carga animal, de acuerdo a los recursos biofísicos que cada finca posee, así como el área de pasto de corte necesaria para las necesidades del hato. Es importante considerar que el nivel de producción debe ser función de la capacidad real de la finca, para lograr con esto la utilización estratégica de los recursos disponibles.

Otros resultados obtenidos en la primera fase del estudio incluyen aspectos socioeconómicos (cuadro 10). En este sentido, se encontró que solo el 47.4% de las fincas son administradas directamente por el dueño de la finca, siendo para el 57.9 y

63.1% la actividad principal y la única fuente de ingresos del propietario, respectivamente. El resto de propietarios se dedican a otro tipo de actividad comercial y/o profesional, dejando a la lechería como una actividad secundaria.

Se trata de fincas de tradición pues el 68.4% de los propietarios llevan más de 20 años en la actividad lechera, en el 52.6% de las lecherías el administrador tiene estudios profesionales y en todas las fincas hay asistencia técnica por veterinarios o zootecnistas. Esto último hace viable la transferencia y posible adopción de tecnología, sobre todo en aquellos aspectos que tienen que ver con la intensificación estratégica de los sistemas.

CUADRO 10. INFORMACION SOCIOECONOMICA.

| CARACTERISTICA                                | No. DE FINCAS | PORCENTAJE |
|-----------------------------------------------|---------------|------------|
| Administradas por el propietario.             | 9             | 47.4       |
| Administrador contratado                      | 10            | 52.6       |
| Unica fuente de ingresos                      | 11            | 57.9       |
| Otra fuente de ingresos                       | 8             | 42.1       |
| Actividad principal                           | 12            | 63.1       |
| Otra actividad                                | 7             | 36.9       |
| Mas de 20 años en lechería                    | 13            | 68.4       |
| Menos tiempo en la actividad                  | 6             | 31.6       |
| Estudios profesionales.                       | 10            | 52.6       |
| Estudios no profesionales                     | 9             | 47.4       |
| Asistencia técnica en servicios veterinarios. | 19            | 100        |

Los resultados anteriores muestran fincas lecheras con altos niveles tecnológicos, sin embargo, no se pueden hacer inferencias sobre la rentabilidad debido a que no se encuentra contemplado en los objetivos del estudio. En este sentido Riesco (1988) menciona la necesidad de la evaluación económica de tecnologías, antes de ser consideradas en el proceso de transferencia de tecnología.

#### 4.1.1 ANALISIS MULTIVARIADOS.

Como fue señalado en la sección de materiales y métodos la información recopilada en esta fase fue sometida a un análisis de conglomerados, para identificar grupos de fincas lecheras homogéneas para ciertos atributos. Los resultados muestran que existe cuatro diferentes grupos de fincas (Fig 3) de acuerdo a los factores de productividad, extensión y área de pasto de corte identificados por el análisis de componentes principales, el cual pudo sintetizar el 82.4 % de la varianza total con tres factores, facilitando la interpretación del análisis. Una de las fincas en estudio (No.16) no aparece en ninguno de estos cuatro grupos, debido a que fue la finca con valores de extensión extremos, por lo que siempre se mantuvo independiente en la agrupación.

Las variables que caracterizaron las fincas fueron: Extensión del área de potreros (EXPO); número de vacas adultas (VADU); concentrado consumido por vaca al día (CONC); carga animal (C.A.); producción promedio ajustada por finca (P305); producción promedio por hectárea (PRHA) y superficie para pasto de corte (PASC). Los factores obtenidos mediante la técnica de componentes principales se relacionan con variables de tipo productivo en el primero (C.A., PP305 y PRHA), de extensión de la finca en el segundo (EXPO, VADU y CONC) y el tercero con el área para pasto de corte (PASC).

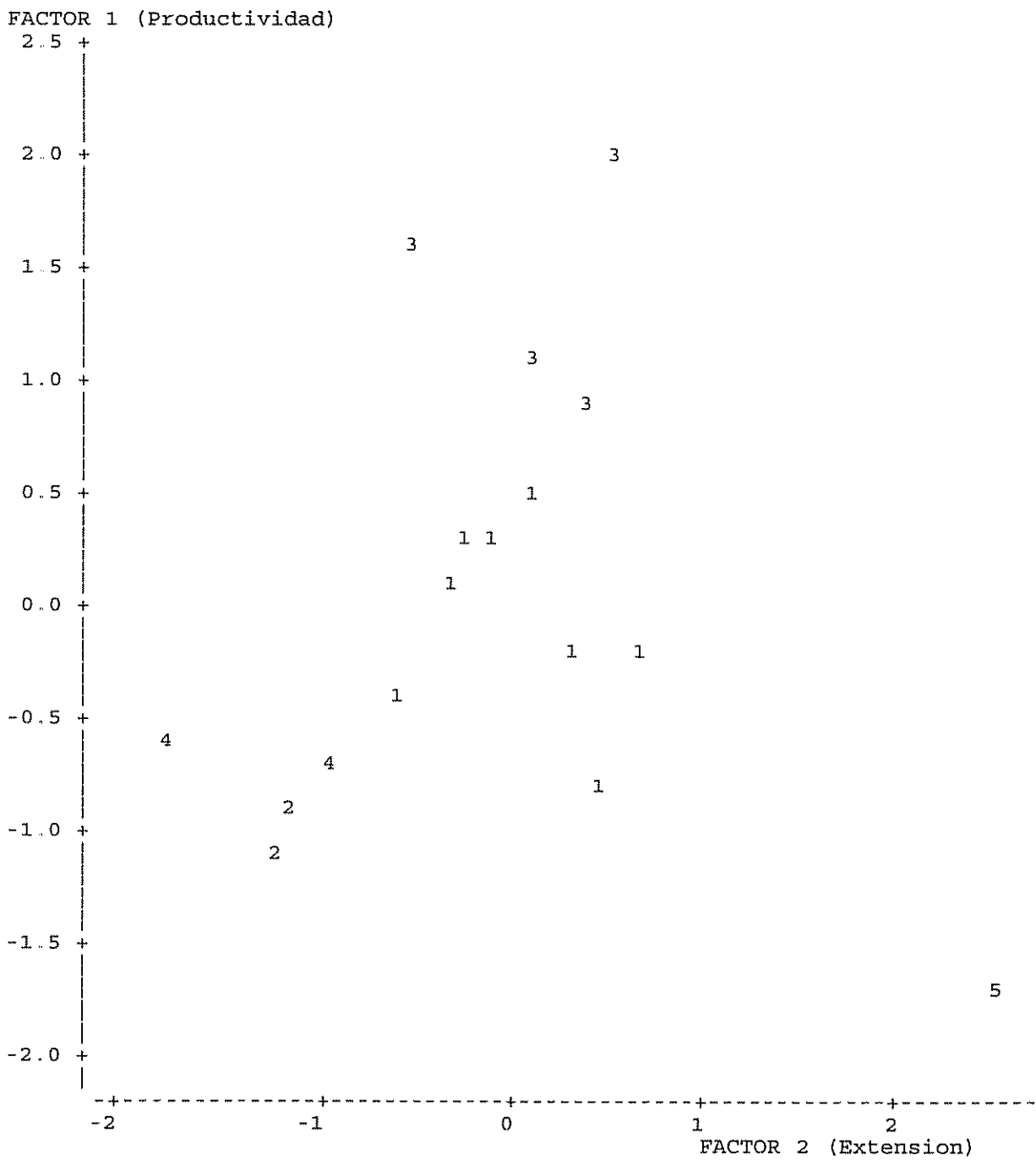


FIG. 3. DISPOSICION DE LOS GRUPOS CON BASE EN DOS FACTORES.

FACTOR 1: P305= Producción promedio por lactancia a 305 días.  
 PRHA= Producción por hectárea.  
 C.A.= Carga animal.

FACTOR 2 :

EXPO= Area con pastizales.  
 VADU= Vacas en ordeño.  
 CONC= Cantidad de concentrado suministrado a las vacas en ordeño.

FACTOR 3:

PASC= Area dispuesta para pasto de corte.

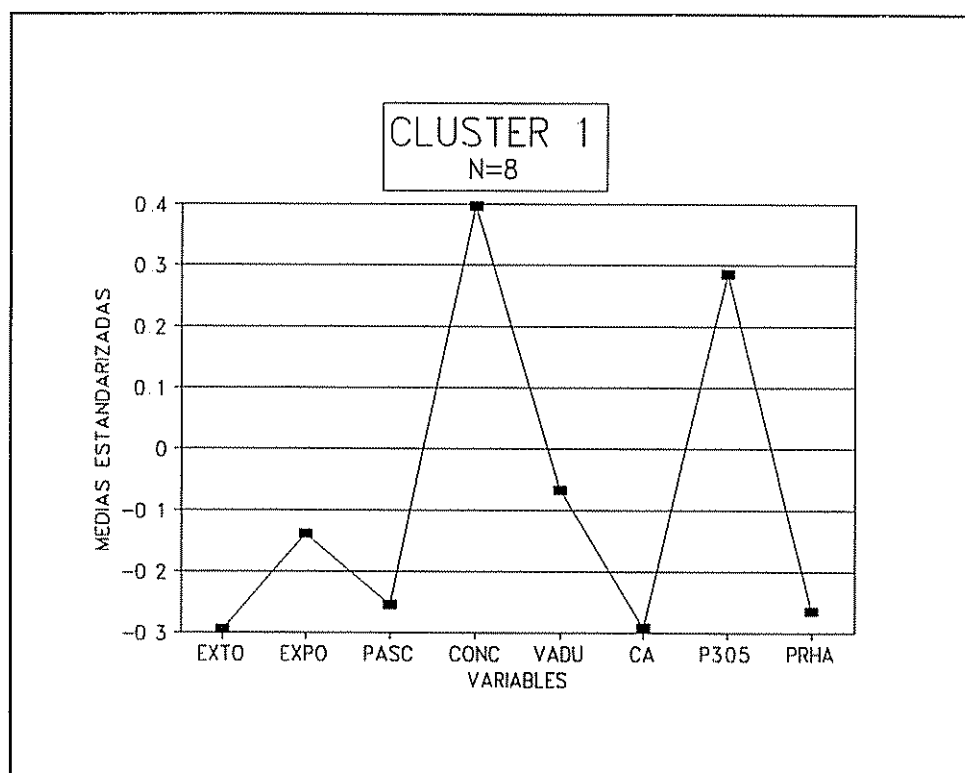


FIG 4. PRIMER GRUPO, FINCAS MEDIANAS CON ALTAS PRODUCCIONES INDIVIDUALES.

Las fincas que se encuentran en el primer conglomerado (Fig. 4) se caracterizan por tener una extensión total de  $81.6 \pm 58.3$  Has.; área de pastizales de  $63.4 \pm 43.8$  Has.; número total de animales de  $116.9 \pm 57.2$ ; carga animal de  $1.6 \pm .5$  UA<sup>-1</sup> Ha<sup>-1</sup>; superficie dedicada para pasto de corte  $.75 \pm 1.22$  Has.; consumo de concentrado de  $6.5 \pm 1.7$  Kgs. vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>; con una producción por vaca de  $5378.4 \pm 631.2$  Kg lac<sup>-1</sup> a 305 días y una productividad de  $6077 \pm 2055.74$  Kg Ha<sup>-1</sup> AÑO<sup>-1</sup>. El tamaño de las fincas en este grupo coincide con el estrato de fincas que incluye al 90% de las explotaciones lecheras de Costa Rica, con extensiones menores a 100 Ha. (BCIE/CATIE, 1990). Este grupo presenta un nivel tecnológico alto, el cual se ve reflejado en las altas producciones por vaca, sin embargo, las producciones por hectárea no son las mayores encontradas, debido en parte a la carga animal.

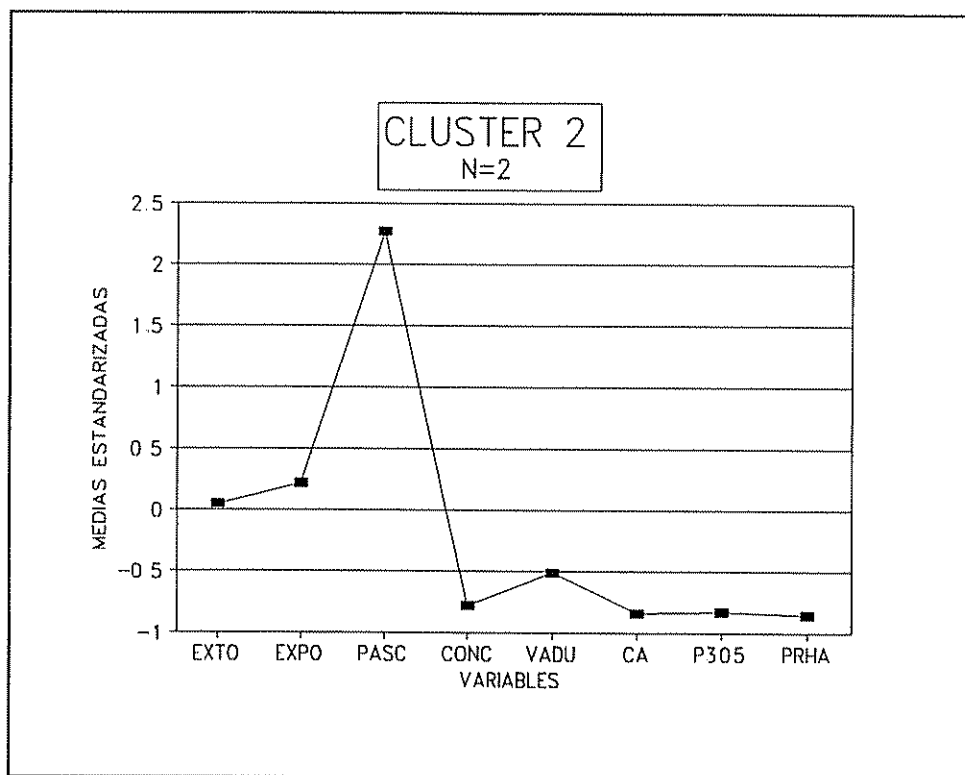


FIG 5. SEGUNDO GRUPO, FINCAS MEDIANAS CON BAJOS NIVELES PRODUCTIVOS.

El segundo conglomerado (Fig. 5) incluye fincas que se caracterizan por tener una extensión total de  $129 \pm 1.4$  Has.; área de pastizales de  $90 \pm 14.1$  Has.; número total de animales de  $73.5 \pm 10.6$ ; carga animal de  $.65 \pm .2$  UA<sup>-1</sup> Ha<sup>-1</sup>; superficie dedicada al pasto para corte  $6.5 \pm 2.1$  Has.; consumo de concentrado de  $4.1 \pm .2$  Kgs. vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>; con una producción por vaca de  $4325.35 \pm 320.2$  Kg lac<sup>-1</sup> a 305 días y una productividad de  $2042.2 \pm 763.8$  Kg Ha<sup>-1</sup> AÑO<sup>-1</sup>. Tomando en cuenta el tamaño de estas fincas, se ubican en el estrato de explotaciones lecheras en Costa Rica con más de 100 Has, las cuales corresponden al 10% del total (BCIE/CATIE, 1990), presentando un menor nivel tecnológico que el grupo anterior, reflejado en sus producciones por vaca y por hectárea. En estas fincas se deben aplicar estrategias para ajustar los recursos forrajeros debido a que se observa cierta ineficiencia en el uso de los mismos.

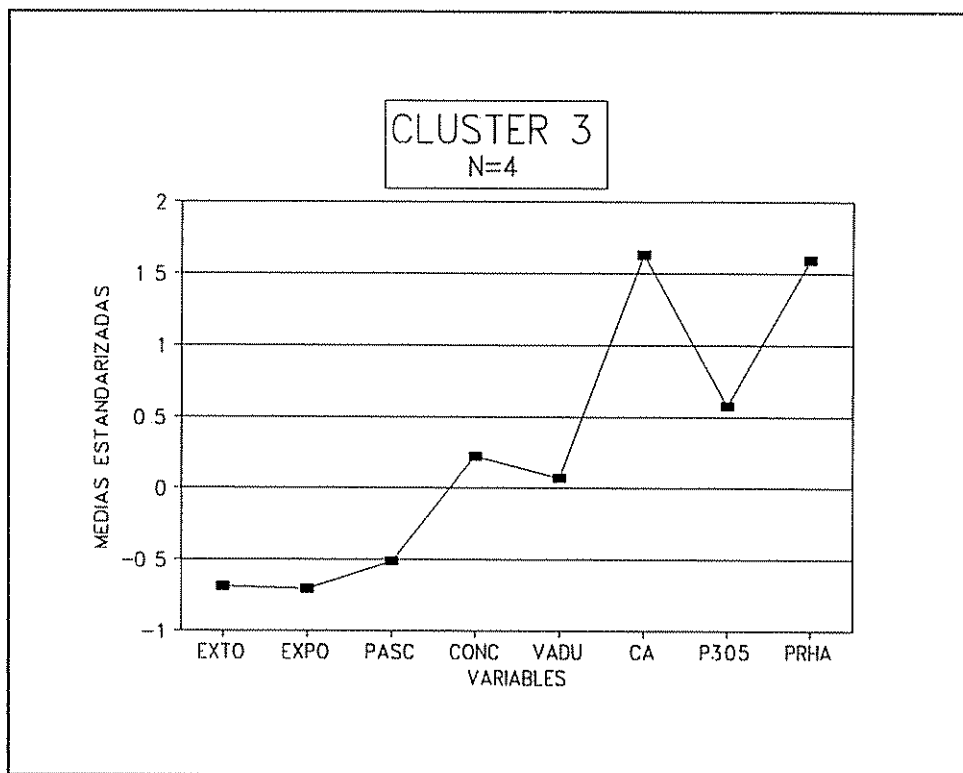


FIG 6. TERCER GRUPO, FINCAS PEQUEÑAS CON ALTOS NIVELES PRODUCTIVOS.

El tercer conglomerado (Fig. 6) tiene fincas con las siguientes características: extensión total de  $27 \pm 24.6$  Has.; área de pastizales de  $20.7 \pm 14.9$  Has.; número total de animales de  $132.7 \pm 100$ ; carga animal de  $4.7 \pm 1.96$  UA<sup>-1</sup> Ha<sup>-1</sup>; superficie dedicada al pasto para corte  $.16 \pm .23$  Has.; consumo de concentrado de  $4.7 \pm 1.96$  Kgs. vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>; con una producción por vaca de  $5651.5 \pm 857.27$  Kg lac<sup>-1</sup> a 305 días y una productividad de  $18652.9 \pm 3853.96$  Kg Ha<sup>-1</sup> AÑO<sup>-1</sup>. En este grupo se encuentran las fincas de menor extensión pero con alto nivel tecnológico, el cual permite obtener altos niveles de producción por vaca y por hectárea. Es importante notar que es el grupo que presenta mayor carga animal lo cual repercute en las altas niveles de producción por hectárea, aunque también se incorpora una cantidad considerable de concentrado en la ración de las vacas.

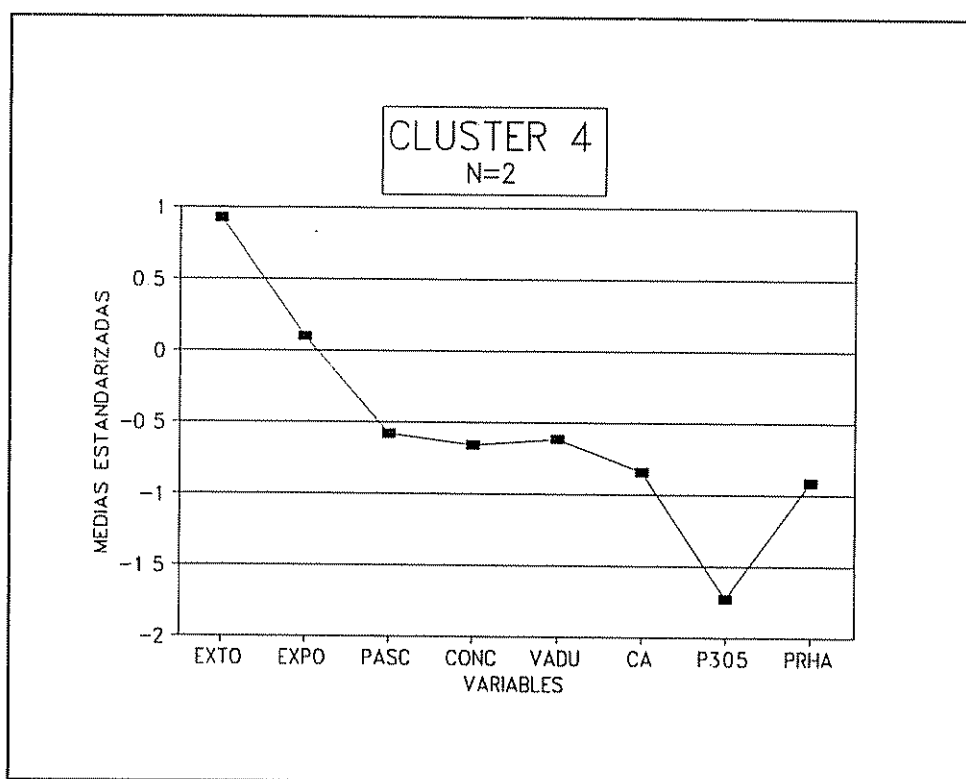


FIG 7. CUARTO GRUPO, FINCAS GRANDES CON BAJOS NIVELES PRODUCTIVOS.



Las fincas en el cuarto conglomerado (Fig. 7) presentan las siguientes características: una extensión total de  $250 \pm 70.7$  Has.; área de pastizales de  $81 \pm 26.8$  Has.; número total de animales de  $64 \pm 2.8$ ; carga animal de  $.66 \pm .25$  UA<sup>-1</sup> Ha<sup>-1</sup>; no utilizan pasto de corte; el consumo de concentrado es de  $4.4 \pm 1.27$  Kgs. vac<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>; con una producción por vaca de  $3471.78 \pm 733.9$  Kg lac<sup>-1</sup> a 305 días y una productividad de  $1663.24 \pm 320.4$  Kg Ha<sup>-1</sup> AÑO<sup>-1</sup>. Este grupo corresponde a las fincas más "extensivas", siendo las fincas de mayor tamaño pero de menor productividad. En estudios de caracterización de fincas en condiciones tropicales (Bonnal, 1990; Landin, 1990), también se han encontrado resultados en los que las fincas de mayor extensión presentan menores niveles de intensificación.

Para poder verificar la distribución de las fincas en los distintos grupos a que fueron asignadas, se llevó a cabo un análisis discriminante, el cual reveló que el 100% de las fincas se habían ubicado correctamente en los grupos determinados por el análisis de conglomerados. El análisis de varianza entre grupos muestra significancia para la mayoría de las variables, además la prueba de rango múltiple presenta las comparaciones entre pares de medias (Cuadro 11).

Los grupos 1 y 3 lograron reunir a las fincas con mayores niveles de intensificación, incluyendo en ambos casos a fincas menores de 100 Ha., con promedios de 81.6 Ha. y 27 Ha. respectivamente. Sin embargo, las fincas del grupo 1, aún tienen posibilidades de incrementar su nivel de intensificación mediante la optimización de la carga animal dependiendo de la raza que utilizan, tal y como lo muestran los resultados de Ahlborn, *et al* (1992), quienes compararon la eficiencia y rentabilidad de distintas cargas animales entre las razas Holstein y Jersey, resultando mejor las cargas altas en la raza Jersey.

CUADRO 11. ANALISIS DE VARIANZA ENTRE GRUPOS.

| G R U P O S                       |          |                 |          |                   |          |                 |          |               |
|-----------------------------------|----------|-----------------|----------|-------------------|----------|-----------------|----------|---------------|
| CL 1                              |          | CL2             |          | CL3               |          | CL4             |          |               |
| $\mu$                             | $\sigma$ | $\mu$           | $\sigma$ | $\mu$             | $\sigma$ | $\mu$           | $\sigma$ | Significancia |
| <u>EXTENSION</u>                  |          |                 |          |                   |          |                 |          |               |
| Extensión total de la finca (Ha.) |          |                 |          |                   |          |                 |          |               |
| 81.6a ± 58.3                      |          | 129a ± 1.4      |          | 27a ± 24.67       |          | 250b ± 70.7     |          | **            |
| Area para potreros (Ha.)          |          |                 |          |                   |          |                 |          |               |
| 63.3a ± 43.8                      |          | 90a ± 14.1      |          | 20.7a ± 14.9      |          | 81a ± 26.9      |          | **            |
| Número total de cabezas           |          |                 |          |                   |          |                 |          |               |
| 116.9a ± 57.2                     |          | 73.5a ± 10.6    |          | 132.7a ± 100      |          | 64a ± 2.8       |          | *             |
| Número de vacas en ordeño         |          |                 |          |                   |          |                 |          |               |
| 67.7a ± 35.7                      |          | 35.2a ± 18.7    |          | 69.5a ± 49.2      |          | 33.4a ± 5.9     |          | NS            |
| Número de unidades animal         |          |                 |          |                   |          |                 |          |               |
| 87.2a ± 42.1                      |          | 57.2a ± 11.3    |          | 98.2a ± 75.8      |          | 49.9a ± 3.2     |          | *             |
| <u>MANEJO</u>                     |          |                 |          |                   |          |                 |          |               |
| Area para pasto de corte (Ha.)    |          |                 |          |                   |          |                 |          |               |
| .75a ± 1.2                        |          | 6.5b ± 2.1      |          | .16c ± .23        |          | 0c ± 0          |          | **            |
| Carga animal (UA/Ha)              |          |                 |          |                   |          |                 |          |               |
| 1.6a ± .51                        |          | .65a ± .23      |          | 4.8b ± .71        |          | .66a ± .25      |          | **            |
| Concentrado por vaca al día (Kg)  |          |                 |          |                   |          |                 |          |               |
| 6.5a ± 1.7                        |          | 4.1b ± .21      |          | 4.7b ± 1.9        |          | 4.4b ± 1.3      |          | NS            |
| <u>PRODUCCION(en Kg.)</u>         |          |                 |          |                   |          |                 |          |               |
| Producción por vaca al año        |          |                 |          |                   |          |                 |          |               |
| 5378.4a ± 631.2                   |          | 4325.3a ± 320.2 |          | 5651a ± 857.3     |          | 3471.8b ± 733.9 |          | **            |
| Producción por hectárea al año    |          |                 |          |                   |          |                 |          |               |
| 6077a ± 2055.7                    |          | 2042.2a ± 76.8  |          | 18652.9b ± 3853.9 |          | 1663.2a ± 320.4 |          | **            |

1 Letras distintas entre columnas indican diferencias significativas

Es importante destacar que los factores que caracterizan a las fincas son independientes entre si. Esto quiere decir que no existe una relación proporcional entre el tamaño de las fincas y la productividad de las mismas. Por otro lado, tampoco hay una relación entre la disponibilidad de pasto y el número total de

animales por finca, tal y como se ha encontrado en estudios similares (Espinosa, 1990), quien señala que la cantidad de animales depende más de las características de manejo de las fincas que de la disponibilidad de pastos.

Lo antes mencionado se puede observar en los grupos 2 y 4 los cuales tienen a las fincas con mayor tamaño (129 y 250 Has), pero no tienen el mayor número de animales (73 y 64 cabezas respectivamente), correspondiendo por consecuencia a las fincas con menor carga animal y con bajas producciones por hectárea. cursos animales a los recursos existentes en las fincas.

Debido a sus bajos niveles productivos las fincas del grupo 2 y 4 deben ser tomadas en cuenta para llevar a cabo la implementación de tecnologías que permitan aumentar el grado de intensificación en ellas.

#### 4.1.2 RELACION FORRAJE-CONCENTRADO.

Considerando la importancia de que las lecherías posean animales capaces de transformar una mayor proporción de energía del forraje en leche (Legates, 1990; Powell, 1990), se estimaron las cantidades del consumo aparente de forraje por vaca en los distintos grupos de fincas.

En la Fig. 8 aparecen los estimados de consumo de energía digestible por medio del forraje y el concentrado, relacionandolo con la producción de leche por vaca. Se observan mayores rendimientos para los grupos 1 y 3, sin embargo, la cantidad de concentrado suministrado en estas fincas por vaca es mayor en aproximadamente de 2 Kg (M.S.) con respecto a los otros dos grupos. Cuando se compara la cantidad de energía digestible incorporada por hectárea (Fig. 9), las diferencias se hacen más evidentes, siendo las fincas de menor tamaño (Grupo 3) las que incorporan mayor cantidad de energía y también las que alcanzan mayores producciones por hectárea.

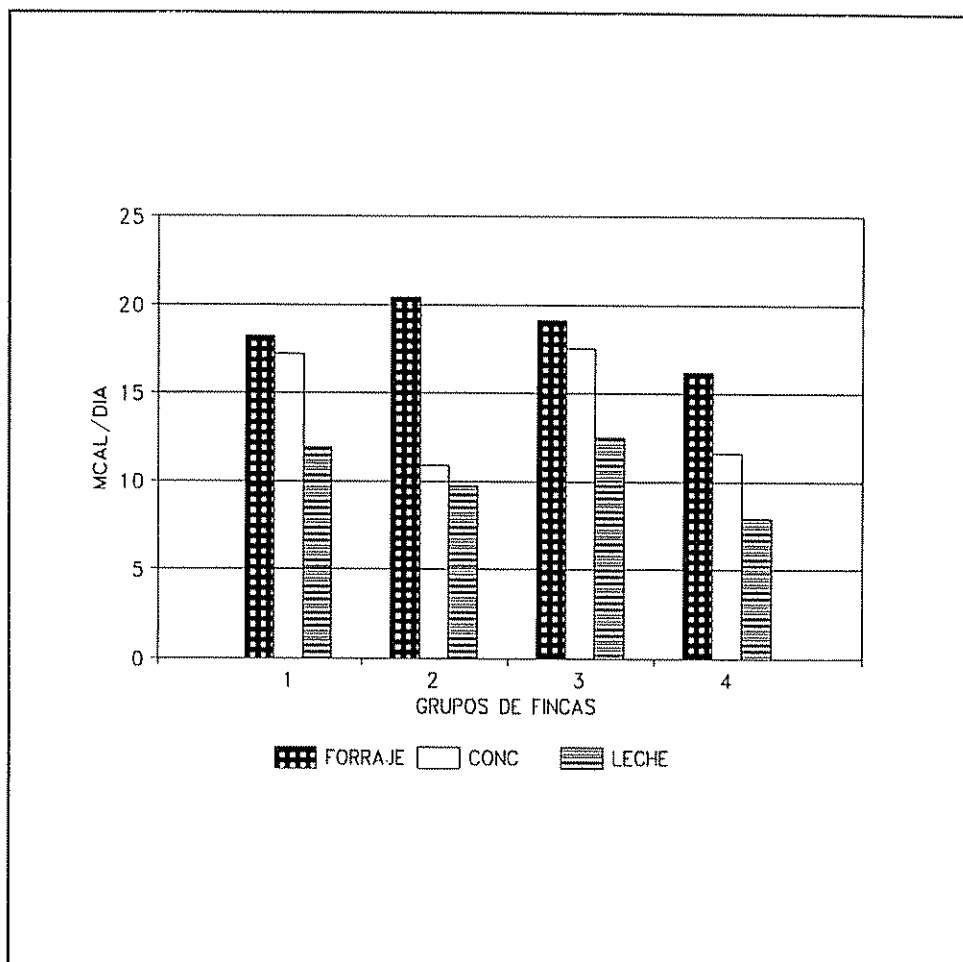


FIG 8. CONSUMO DE FORRAJE-CONCENTRADO Y LA PRODUCCION DE LECHE POR VACA (Mcal de energía digestible).

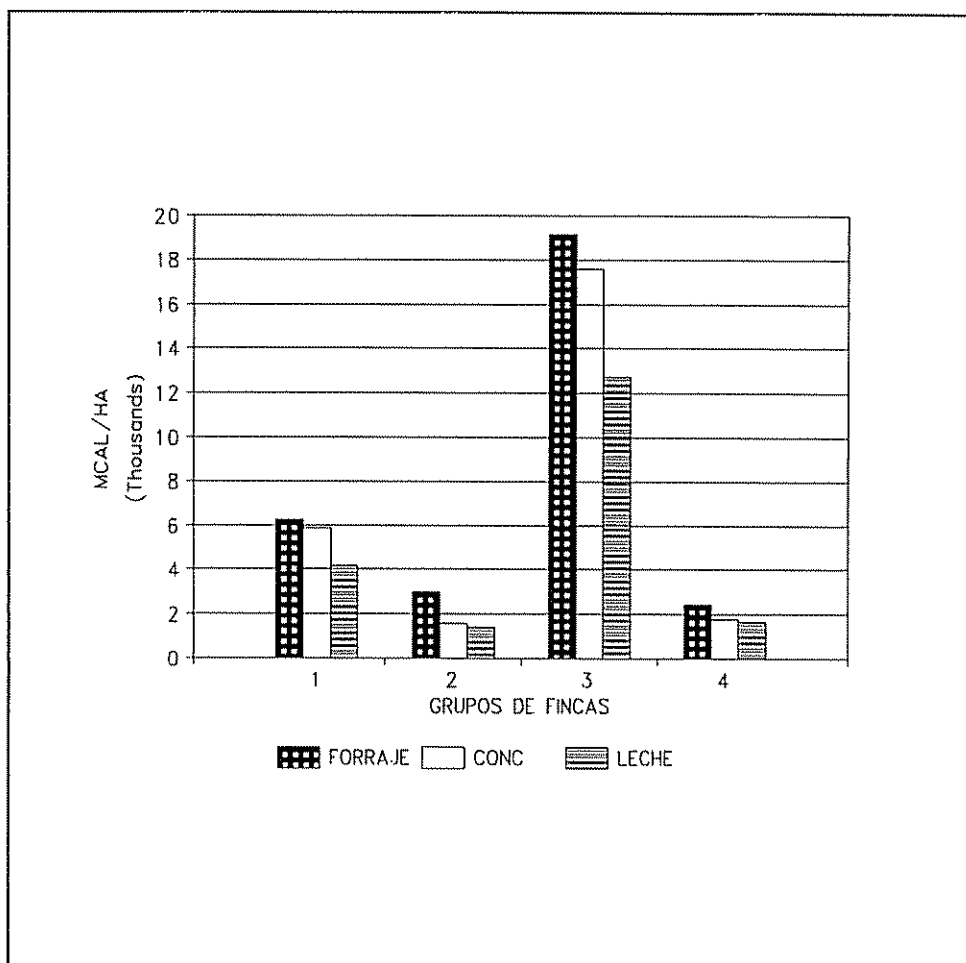


FIG. 9. SUMINISTRO Y PRODUCCION DE ENERGIA DIGESTIBLE POR HECTAREA.

En el cuadro 12 se presenta la información de las características existentes en los grupos de fincas con relación a los estimados promedio del consumo del forraje y concentrado. Los cuales han sido estimados a partir de las necesidades energéticas obtenidas en el NRC (1988), para los niveles de producción promedio de las vacas en cada uno de los grupos. De esta forma, se observa que los dos grupos con mayores producciones (grupos 1 y 3) tienen lógicamente mayores requerimientos energéticos y consecuentemente mayores consumos diarios de materia seca. También estos dos grupos incorporan mayores cantidades de concentrado en la ración de las vacas lo cual incrementa los costos de producción del Kg de leche, por lo que resulta importante tomar en cuenta la posibilidad de hacer una evaluación económica, para determinar cual es la cantidad óptima de concentrado que debe incluirse en la ración, para obtener mayor margen de utilidades. Este último punto, aunque se encuentra fuera de los objetivos del presente estudio, es indudablemente un aspecto de importancia de tomar en cuenta para posteriores estudios en estas fincas.

Las diferencias en la carga animal se relacionan con los niveles productivos (producción por hectárea), lo cual hace evidente el grado de intensificación con el que funcionan los grupos de fincas. Las fincas del grupo 3 son las que alcanzan mayores niveles productivos ( $18,652.9 \text{ Kg Ha}^{-1} \text{ Año}^{-1}$ ), lo cual resulta favorable al hacer evaluaciones de la rentabilidad por hectárea.

CUADRO 12. CARACTERISTICAS ALIMENTICIAS Y PRODUCTIVAS DE LOS GRUPOS DE FINCAS.

| CARACTERISTICA                                                                                                                 | GRUPOS |        |         |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|---------|--------|
|                                                                                                                                | 1      | 2      | 3       | 4      |
| Requerimiento diario de energía digestible (Mcal) de acuerdo con los niveles de producción de las vacas en ordeño (NRC, 1988). |        |        |         |        |
|                                                                                                                                | 35.4   | 31.3   | 36.6    | 27.8   |
| Consumo de MS Vaca <sup>-1</sup> (Kg)                                                                                          | 11.84  | 10.76  | 12.27   | 9.43   |
| Estimados del consumo de alimentos.                                                                                            |        |        |         |        |
| <u>CONCENTRADO</u>                                                                                                             |        |        |         |        |
| Kg MS Vaca <sup>-1</sup> Día <sup>-1</sup>                                                                                     | 5.2    | 3.32   | 5.3     | 3.52   |
| Mcal Vaca <sup>-1</sup> Día <sup>-1</sup> (1)                                                                                  | 17.2   | 10.9   | 17.5    | 11.6   |
| Mcal Vaca <sup>-1</sup> Lac <sup>-1</sup>                                                                                      | 5246   | 3324.5 | 5337.5  | 3538   |
| <u>FORRAJE</u>                                                                                                                 |        |        |         |        |
| Carga animal UA Ha <sup>-1</sup>                                                                                               | 1.58   | .65    | 4.8     | .66    |
| Vacas Ha <sup>-1</sup>                                                                                                         | 1.12   | .48    | 3.29    | .50    |
| Kg MS Vaca <sup>-1</sup> Día <sup>-1</sup>                                                                                     | 6.64   | 7.44   | 6.97    | 5.91   |
| Mcal Vaca <sup>-1</sup> Día <sup>-1</sup> (2)                                                                                  | 18.2   | 20.4   | 19.1    | 16.2   |
| Mcal Vaca <sup>-1</sup> Lac <sup>-1</sup>                                                                                      | 5551   | 6222   | 5825.5  | 4941   |
| Relación forraje:concentrado (% de M.S)                                                                                        |        |        |         |        |
|                                                                                                                                | 56:44  | 69:31  | 57:43   | 63:37  |
| Niveles de producción.                                                                                                         |        |        |         |        |
| <u>PRODUCCION INDIVIDUAL</u>                                                                                                   |        |        |         |        |
| Kg Leche Vaca <sup>-1</sup> Día <sup>-1</sup>                                                                                  | 17.6   | 14.2   | 18.5    | 11.4   |
| kg MS de Leche (3)                                                                                                             | 2.1    | 1.7    | 2.2     | 1.4    |
| Mcal Vaca <sup>-1</sup> Día <sup>-1</sup> (4)                                                                                  | 11.9   | 9.7    | 12.5    | 7.9    |
| <u>PRODUCCION POR AREA</u>                                                                                                     |        |        |         |        |
| Kg Leche Ha <sup>-1</sup> Año <sup>-1</sup>                                                                                    | 6077   | 2042.2 | 18652.9 | 1663.2 |
| Mcal leche Ha <sup>-1</sup> Año <sup>-1</sup>                                                                                  | 4149.4 | 1394.4 | 12736.2 | 1135.6 |

(1) Kg MS concentrado= 3.3 Mcal.

(2) Kg MS forraje= 2.74 Mcal.

(3) Kg de leche= .12 Kg MS.

(4) Kg de MS de leche= 5.69 Mcal.

#### 4.2 DIAGNOSTICO DINAMICO.

El número de registros originales de la base de datos fueron 3717, sin embargo, dependiendo del modelo utilizado se incorporaron al análisis diferente número de registros como se indica en el cuadro 13.

CUADRO 13. NUMERO DE REGISTROS UTILIZADOS PARA LOS DISTINTOS ANALISIS.

| RAZA     | TOTAL | MODELO 1            |                    | MODELO 2 | MODELO 4 | MODELO 8 |
|----------|-------|---------------------|--------------------|----------|----------|----------|
|          |       | P305 <sup>(1)</sup> | DPC <sup>(2)</sup> | P305     | P305     | P305     |
| HOLSTEIN | 2891  | 1771                | 2488               | 1770     | 1044     | 1154     |
| JERSEY   | 783   | 541                 | 700                | 539      | 352      | 353      |

(1) P305=Producción de leche a los 305 días.

(2) DPC =Días parto concepción.

##### 4.2.1 ANALISIS PARA EFECTOS NO GENETICOS.

Con el objeto de determinar la importancia de efectos no genéticos sobre la producción de leche a 305 días (P305) se aplicó el modelo 1 el cual incluye los efectos de finca, raza, número de parto, año de parto, época de parto y la interacción raza por número de parto. Todos estos efectos resultaron ser significativos sobre la P305 como puede apreciarse en el cuadro 14. Resultados similares a los encontrados en este trabajo fueron señalados en otros estudios. Por ejemplo, Sequeira (1986) con datos procedentes de Nicaragua, Salgado (1988) y Campos (1989) con datos provenientes de Turrialba, Costa Rica. Las diferencias encontradas en el año de parto indican posibles diferencias en las condiciones de manejo en las fincas.



La época de parto también resulta ser significativa, encontrándose que la media de mínimos cuadrados es mayor en la segunda época de parto, la cual coincide con los meses de mayor precipitación. Esto puede deberse a la mayor cantidad y calidad del forraje disponible en estos meses. Por otro lado, debido a la significancia de la interacción raza número de parto, se tuvieron que generar factores de ajuste por separado para cada una de las razas por medio del modelo 2 como se muestra más adelante.

CUADRO 14. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA PRODUCCION AJUSTADA POR LARGO DE LACTANCIA.

| F.V.         | G.L. | S.C.          | C.M.        | F          |
|--------------|------|---------------|-------------|------------|
| FINCA        | 17   | 995747454.6   | 58573379.7  | 52.2**     |
| RAZA         | 1    | 172891517.7   | 172891517.7 | 154.2**    |
| No. DE PARTO | 8    | 379365719.7   | 47420714.9  | 42.3**     |
| AÑO DE PARTO | 4    | 210454358.9   | 52613589.7  | 46.9**     |
| EPOCA        | 1    | 11658320.5    | 11658320.5  | 10.4**     |
| RAZA*NP      | 8    | 32779143.1    | 4097392.9   | 3.6**      |
| ERROR        | 2272 | 2546984407.02 | 1121031.9   |            |
| TOTAL        | 2311 |               |             | C.V. 19.38 |

Utilizando el mismo modelo se obtuvo el análisis de varianza para días parto concepción (DPC), en el cual se observa que los efectos que resultaron significativos fueron la finca y el año de parto (Cuadro 15), lo cual manifiesta la importante influencia de los factores no genéticos o ambientales sobre esta característica. Casas (1990), encuentra al año de parto y al número de parto como efectos significativos sobre el intervalo entre partos para el Criollo lechero centroamericano. McDowell (1985) también menciona al año de parto como una de las fuentes de variación más importante para el intervalo entre partos.

Los DPC son parte del intervalo entre partos y a su vez de la eficiencia reproductiva de los hatos. Considerando un promedio para días de gestación de 275 días y añadiéndole los días parto concepción encontrados en las distintas fincas, se encuentran valores de intervalos entre parto de 368.4 a 414 días los cuales son muy semejantes a los mencionados por Vaccaro (1984), quien reporta valores que varían de 375 a 420 días para condiciones tropicales. Sin embargo, si se toma en cuenta que para poder hacer rentable un hato lechero se espera un rango de DPC de 60 a 90 días ninguna de las fincas en estudio alcanza dichos valores (Cuadro 16).

Las medias de mínimos cuadrados para P305 y DPC por finca, tienen un amplio rango de variación, con valores entre  $2952.8 \pm 149.8$  a  $6745.1 \pm 154.4$  Kg para P305 y de  $93.4 \pm 9.3$  y  $139 \pm 8.7$  días para DPC, siendo la finca número 19, la que tiene la mejor fertilidad reflejada en DPC menor (Fig 10). Comparando los DPC promedio obtenidos por los cuatro grupos (Cuadro 17), se observa que ninguno de ellos alcanza una buena eficiencia reproductiva, tal y como se había detectado por el bajo porcentaje de vacas en ordeño (VCAB).

Los resultados anteriores concuerdan con lo mencionado por Vaccaro (1984), en relación a los problemas de índole reproductivo encontrados en animales no adaptados a climas tropicales. Hay que tomar en cuenta que los DPC están influenciados por alteraciones reproductivas tales como, partos distocicos y retenciones placentarias, cuya incidencia es mayor en las razas especializadas (Wilkins, 1984). A partir del archivo original del presente estudio, se encontró que del total de animales analizados el 5.3% de las vacas Holstein y el 3.6% de las Jersey tuvieron complicaciones al parto debidas principalmente a retenciones placentarias, aunque prácticamente todas las vacas que presentaron problemas al parto fueron desechadas en la próxima lactancia.

Por lo antes mencionado, se aprecia que aunque hay asistencia veterinaria en todas las fincas, no se ha logrado disminuir suficientemente los DPC, para mejorar la eficiencia reproductiva y a su vez la rentabilidad de las lecherías. La rentabilidad se ve afectada por un intervalo entre partos largo, debido a que reducen las ventas de leche, disminuye el número de terneros nacidos al año, existe depreciación del hato e incremento en los requerimientos de mantenimiento (Casas, 1990).

CUADRO 15. ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAS PARTO CONCEPCION.

| F.V.         | G.L. | S.C.       | C.M.    | F                  |
|--------------|------|------------|---------|--------------------|
| FINCA        | 18   | 346663.7   | 19259.1 | 4.3**              |
| RAZA         | 1    | 1714.9     | 1714.9  | .381 <sup>NS</sup> |
| No. DE PARTO | 11   | 69508.6    | 6318.9  | 1.4 <sup>NS</sup>  |
| AÑO DE PARTO | 4    | 2123319.4  | 53079.8 | 11.8**             |
| EPOCA        | 1    | 673.3      | 673.3   | .149 <sup>NS</sup> |
| RAZA*NP      | 11   | 70488.5    | 6408.04 | 1.4 <sup>NS</sup>  |
| ERROR        | 3141 | 14150295.3 | 4505.02 |                    |
| TOTAL        | 3187 |            |         | C.V. 58.4          |

CUADRO 16. MEDIAS DE MINIMOS CUADRADOS PARA P305 y DPC.

| FINCAS | RAZA        | $\bar{X}$ P305 $\pm \sigma_{\mu}$ | X DPC $\pm \sigma_{\mu}$ |
|--------|-------------|-----------------------------------|--------------------------|
| 1      | HOL. Y JER. | 5137.9 $\pm$ 75.4                 | 102.8 $\pm$ 6.4          |
| 2*     | HOL. Y JER. | -----                             | -----                    |
| 3      | HOLSTEIN    | 4098.9 $\pm$ 157.3                | 124.8 $\pm$ 9.6          |
| 4      | HOL. Y JER. | 4595.5 $\pm$ 88.8                 | 123.8 $\pm$ 6.6          |
| 5      | HOL. Y JER. | 5449.9 $\pm$ 149.7                | 104.8 $\pm$ 7.7          |
| 6      | JERSEY      | 5308.9 $\pm$ 94.6                 | 116.8 $\pm$ 6.8          |
| 7      | HOL. Y JER. | 3990.7 $\pm$ 147.8                | 111.9 $\pm$ 9.2          |
| 8      | HOLSTEIN    | 6745.1 $\pm$ 154.4                | 121.3 $\pm$ 9.7          |
| 9      | HOLSTEIN    | 4566.5 $\pm$ 117.2                | 122.8 $\pm$ 7.3          |
| 10     | HOLSTEIN    | 2952.8 $\pm$ 149.8                | 115.3 $\pm$ 9.3          |
| 11     | HOLSTEIN    | 5597.4 $\pm$ 119.1                | 118.5 $\pm$ 7.7          |
| 12     | HOLSTEIN    | 5147.9 $\pm$ 100.1                | 121.8 $\pm$ 7.2          |
| 13     | HOLSTEIN    | 4551.8 $\pm$ 176.2                | 119.3 $\pm$ 10.4         |
| 14*    | HOLSTEIN    | -----                             | -----                    |
| 15     | HOLSTEIN    | 5073.9 $\pm$ 177.1                | 114.3 $\pm$ 10.3         |
| 16     | HOLSTEIN    | 5625.4 $\pm$ 77.1                 | 135.9 $\pm$ 6.3          |
| 17     | HOL. Y JER  | 5483.9 $\pm$ 122.6                | 139 $\pm$ 8.7            |
| 18     | HOL. Y JER. | 6658.8 $\pm$ 222.6                | 104.4 $\pm$ 11.4         |
| 19     | HOL. Y JER  | 5867.7 $\pm$ 190.8                | 93.4 $\pm$ 9.3           |

\* No había información.

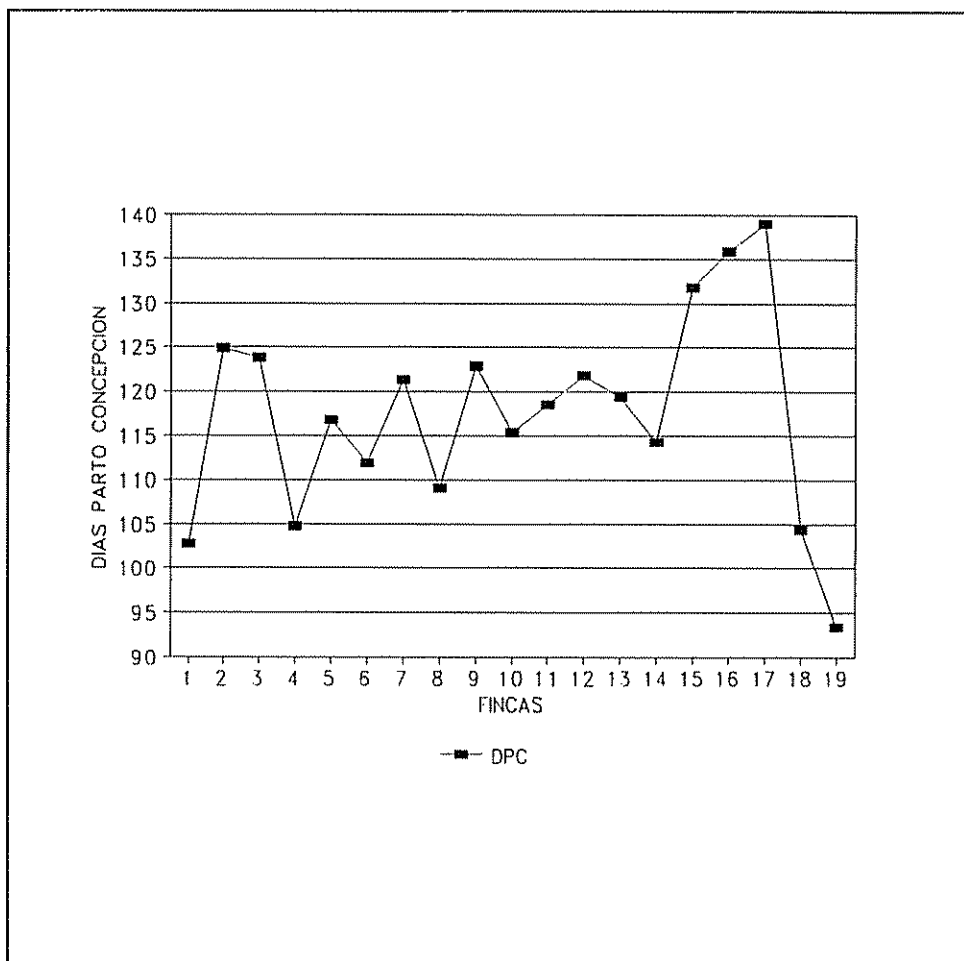


FIG 10. MEDIAS DE MINIMOS CUADRADOS DE LOS DIAS PARTO CONCEPCION POR FINCA.

CUADRO 17. P305 Y DPC POR GRUPO DE FINCAS.

| CARACTERISTICA | G R U P O S |        |        |        |
|----------------|-------------|--------|--------|--------|
|                | 1           | 2      | 3      | 4      |
| P305 (Kg.)     | 5378.4      | 4551.8 | 6658.8 | 3990.7 |
| DPC (días)     | 115.4       | 122.1  | 115.1  | 113.6  |

El cuadro 18 contiene información sobre frecuencias de la edad a primer parto para las dos razas, en la cual se observa una clara diferencia en las frecuencias acumuladas, resultando que el 88.7% de las vacas Jersey tuvieron su primer parto antes de los 2 años y medio, mientras que a esta edad solo habían parido el 60 % de las vacas Holstein. Alvarez (1975) también menciona que la raza Jersey presenta su primer parto a edad mas temprana, lo que puede dar idea de una vida reproductiva más larga. Casas (1990) encontró medias de mínimos cuadrados de 2.87, 3.13 y 2.9 años de edad a primer parto para las razas Jersey, Criollo lechero centroamericano y Criollo x Jersey.

CUADRO 18. FRECUENCIAS PARA EDAD A PRIMER PARTO (EPP) EN  
AMBAS RAZAS.

| EPP (AÑOS) | HOLSTEIN |      |         | JERSEY |      |         |
|------------|----------|------|---------|--------|------|---------|
|            | No.      | %    | % ACUM. | No.    | %    | % ACUM. |
| 1.5 - 2.0  | 81       | 11.5 | 11.5    | 118    | 53.2 | 53.2    |
| 2.0 - 2.5  | 344      | 48.6 | 60.1    | 79     | 35.5 | 88.7    |
| 2.5 - 3.0  | 200      | 28.3 | 88.4    | 14     | 6.3  | 95.0    |
| 3.0 - 3.5  | 69       | 9.8  | 98.2    | 7      | 3.2  | 98.2    |
| 3.5 - 4.0  | 13       | 1.8  | 100     | 4      | 1.8  | 100     |
| TOTAL      | 707      |      |         | 222    |      |         |

Los factores de ajuste por número de parto para P305 fueron generados a partir del modelo 2, el cual se aplicó para cada una de las razas por separado. Este modelo incluyó los efectos de finca, vaca, año de parto, número de parto y época de parto. De acuerdo a los valores de las medias de mínimos cuadrados se decidió ajustar hacia el cuarto parto, en el cuadro 18 se observan las medias de mínimos cuadrados y los factores de ajuste utilizados para cada una de las razas. A partir de estos factores y con el uso de la fórmula descrita en materiales y métodos se ajustó la producción de leche por este efecto, de tal forma que se generó la variable P305a (producción ajustada por largo de lactancia y por número de parto), la cual fue utilizada para los posteriores análisis.

CUADRO 19. MEDIAS DE MINIMOS CUADRADOS DE P305 PARA NUMERO DE PARTO (NP) Y LOS FACTORES DE AJUSTE CORRESPONDIENTES PARA CADA RAZA.

| NP | HOLSTEIN                          |              | JERSEY                            |              |
|----|-----------------------------------|--------------|-----------------------------------|--------------|
|    | $\bar{X}$ P305 $\pm \sigma_{\mu}$ | FACT. AJUSTE | $\bar{X}$ P305 $\pm \sigma_{\mu}$ | FACT. AJUSTE |
| 1  | 4832.9 $\pm$ 681.5                | 1.28         | 3597.7 $\pm$ 371.9                | 1.31         |
| 2  | 5696 $\pm$ 681.5                  | 1.09         | 4092 $\pm$ 373.3                  | 1.15         |
| 3  | 6055.9 $\pm$ 682.3                | 1.02         | 4372.6 $\pm$ 376.6                | 1.08         |
| 4  | 6233.3 $\pm$ 683.8                | 1.00         | 4724.2 $\pm$ 381.9                | 1.00         |
| 5  | 6106.9 $\pm$ 684.8                | 1.00         | 4577.9 $\pm$ 390.6                | 1.03         |
| 6  | 6340.2 $\pm$ 685.9                | 1.00         | 4521.6 $\pm$ 399.9                | 1.04         |
| 7  | 5782.7 $\pm$ 692.6                | 1.00         | 5081.2 $\pm$ 413.3                | 0.93         |
| 8  | 5774.7 $\pm$ 706.03               | 1.00         | 5261.7 $\pm$ 410.7                | 0.89         |
| 9  | 5770.7 $\pm$ 728.7                | 1.00         | 4718.1 $\pm$ 405.5                | 1.001        |

#### 4.2.2 ANALISIS GENETICO.

Con el propósito de generar los parámetros genéticos poblacionales en la base de datos en que se trabajo, se aplicó el modelo 4 para estimar los componentes de varianza de semental y de vaca dentro de semental. Los análisis de varianza se muestran en el cuadro 19. Las heredabilidades ( $h^2$ ) y repetibilidades ( $r$ ) para P305a fueron de  $.49 \pm .17$  y de  $.54 \pm .03$  respectivamente para la Holstein, mientras que estas fueron de  $.48 \pm .25$  y de  $.55 \pm .05$  para la Jersey.

Los valores de las heredabilidades son similares a los reportados por Vaccaro *et al* (1979) en Perú para Holstein ( $h^2 = .49 \pm .03$ ); Peterson *et al* (1982) en EE.UU. para Holstein



( $h^2 = .48 \pm .17$ ) y por Gacula *et al* en EE.UU. para Jersey ( $h^2 = .46 \pm .24$ ). Debido a los altos valores de la heredabilidad la selección de reproductores puede ser una estrategia factible para el mejoramiento genético en estas fincas.

CUADRO 20. ANALISIS PARA CALCULAR COMPONENTES DE VARIANZA.

| <u>HOLSTEIN</u>         |           |              |             |          |
|-------------------------|-----------|--------------|-------------|----------|
| F.V.                    | G.L.      | S.C.         | C.M.        |          |
| SEMENTAL                | 70        | 414012610.9  | 5914465.9** |          |
| VACA:SEMENTAL           | 557       | 1242164312.8 | 2230097.5** |          |
| ERROR                   | 417       | 372855916.9  | 894138.9    |          |
| TOTAL                   | 1044      |              |             |          |
| COMPONENTES DE VARIANZA |           |              |             |          |
| $\sigma^2 S_{(1)}$      | =239612.3 | K1= 1.64     | K2=1.87     | K3=14.59 |
| $\sigma^2 V:S_{(2)}$    | =815733.4 |              |             |          |
| <u>JERSEY</u>           |           |              |             |          |
| F.V.                    | G.L.      | S.C.         | C.M.        | F        |
| SEMENTAL                | 30        | 78998172.8   | 2633272.4   | 2.18**   |
| VACA:SEMENTAL           | 149       | 179595179.4  | 1205336.8   | 2.82**   |
| ERROR                   | 173       | 73836088.2   | 426798.2    |          |
| TOTAL                   | 352       |              |             |          |
| COMPONENTES DE VARIANZA |           |              |             |          |
| $\sigma^2 S$            | =114681.9 | K1= 1.89     | K2=2.25     | K3=11.21 |
| $\sigma^2 V:S$          | =409793.5 |              |             |          |

(1)= Componente de varianza de Semental.

(2)= Componente de varianza de Vaca/Semental.

## 4.2.3 PREDICCIÓN DE VALORES GENÉTICOS PARA LOS SEMENTALES.

Utilizando la técnica BLUP, se procedió a encontrar los mejores estimadores insesgados del valor genético de los sementales utilizados en las fincas, por medio de la aplicación del modelo 8 (Harvey, 1991). Por este medio, se lograron clasificar 93 sementales de la raza Holstein y 31 sementales de la raza Jersey, los mismos que fueron utilizados en las fincas bajo consideración. A continuación se muestra la clasificación general de estos sementales para cada ambas razas:

## SEMENTALES HOLSTEIN.

| RANK | SEMEN | OBS | $\bar{X}$ BLUP (Kg) | $\sigma_{\bar{x}}$ (Kg) |
|------|-------|-----|---------------------|-------------------------|
| 1    | 3182  | 5   | 2365.19             | 604.33                  |
| 2    | 1890  | 3   | 1822.82             | 669.29                  |
| 3    | 2169  | 9   | 1025.94             | 519.80                  |
| 4    | 1560  | 37  | 908.62              | 247.88                  |
| 5    | 3424  | 15  | 669.47              | 327.98                  |
| 6    | 3405  | 13  | 655.51              | 559.07                  |
| 7    | 970   | 4   | 638.12              | 653.39                  |
| 8    | 1722  | 8   | 589.96              | 410.48                  |
| 9    | 1897  | 18  | 587.28              | 308.01                  |
| 10   | 1232  | 4   | 547.00              | 548.32                  |
| 11   | 1114  | 9   | 539.30              | 423.34                  |
| 12   | 1131  | 9   | 531.37              | 501.75                  |
| 13   | 2159  | 7   | 477.66              | 431.29                  |
| 14   | 1411  | 8   | 451.84              | 467.96                  |
| 15   | 1745  | 27  | 440.35              | 260.20                  |
| 16   | 1863  | 15  | 424.39              | 347.13                  |
| 17   | 2073  | 3   | 421.19              | 602.29                  |
| 18   | 3381  | 5   | 418.24              | 857.12                  |
| 19   | 3308  | 26  | 407.03              | 336.20                  |
| 20   | 1473  | 4   | 392.89              | 560.84                  |
| 21   | 1401  | 3   | 387.37              | 627.03                  |
| 22   | 1703  | 15  | 345.43              | 325.64                  |
| 23   | 2207  | 5   | 341.31              | 529.57                  |

| RANK | SEMEN | OBS | $\bar{X}$ B LUP (Kg) | $\sigma_{\bar{x}}$ (Kg) |
|------|-------|-----|----------------------|-------------------------|
| 24   | 3215  | 4   | 332.28               | 565.94                  |
| 25   | 2020  | 40  | 313.87               | 238.77                  |
| 26   | 3366  | 9   | 307.53               | 434.79                  |
| 27   | 2940  | 7   | 306.64               | 487.53                  |
| 28   | 2928  | 7   | 274.66               | 482.46                  |
| 29   | 654   | 5   | 266.14               | 659.39                  |
| 30   | 3530  | 4   | 250.11               | 534.60                  |
| 31   | 2099  | 43  | 245.54               | 229.94                  |
| 32   | 2083  | 5   | 231.04               | 559.53                  |
| 33   | 836   | 6   | 205.92               | 525.18                  |
| 34   | 1458  | 9   | 174.11               | 395.76                  |
| 35   | 885   | 18  | 153.56               | 303.04                  |
| 36   | 2217  | 13  | 111.06               | 437.71                  |
| 37   | 2759  | 7   | 86.53                | 491.08                  |
| 38   | 1240  | 4   | 77.83                | 586.14                  |
| 39   | 1160  | 16  | 58.38                | 349.59                  |
| 40   | 3250  | 10  | 55.84                | 566.97                  |
| 41   | 2830  | 22  | 53.25                | 314.94                  |
| 42   | 1604  | 6   | 34.06                | 469.70                  |
| 43   | 3455  | 11  | 26.11                | 363.88                  |
| 44   | 1514  | 28  | 7.30                 | 266.40                  |
| 45   | 776   | 8   | -3.42                | 442.95                  |
| 46   | 1815  | 7   | -26.70               | 450.99                  |
| 47   | 3559  | 22  | -27.57               | 287.95                  |
| 48   | 3497  | 10  | -31.78               | 377.43                  |
| 49   | 687   | 10  | -54.52               | 461.77                  |
| 50   | 1615  | 36  | -75.48               | 241.66                  |
| 51   | 974   | 46  | -77.35               | 236.66                  |
| 52   | 2882  | 9   | -95.77               | 428.77                  |
| 53   | 3031  | 10  | -101.93              | 459.74                  |
| 54   | 1145  | 6   | -119.46              | 488.30                  |
| 55   | 1087  | 4   | -126.39              | 534.08                  |
| 56   | 2990  | 12  | -134.31              | 391.09                  |

| RANK | SEMEN | OBS | $\bar{X}$ BBLUP (Kg) | $\sigma_{\bar{x}}$ (Kg) |
|------|-------|-----|----------------------|-------------------------|
| 57   | 2773  | 14  | -138.20              | 368.11                  |
| 58   | 1437  | 7   | -145.34              | 483.63                  |
| 59   | 3444  | 10  | -147.06              | 376.92                  |
| 60   | 3471  | 15  | -158.79              | 326.98                  |
| 61   | 1846  | 10  | -180.37              | 394.07                  |
| 62   | 1370  | 12  | -218.60              | 463.65                  |
| 63   | 1923  | 64  | -220.19              | 211.63                  |
| 64   | 3511  | 5   | -226.99              | 488.60                  |
| 65   | 2699  | 27  | -227.43              | 272.51                  |
| 66   | 2678  | 3   | -245.68              | 627.41                  |
| 67   | 2262  | 7   | -252.11              | 483.12                  |
| 68   | 1033  | 27  | -268.07              | 269.81                  |
| 69   | 855   | 23  | -275.71              | 285.24                  |
| 70   | 3653  | 21  | -283.49              | 312.67                  |
| 71   | 1075  | 8   | -285.87              | 513.76                  |
| 72   | 824   | 7   | -292.13              | 449.47                  |
| 73   | 2191  | 10  | -300.28              | 374.51                  |
| 74   | 2952  | 12  | -312.77              | 369.25                  |
| 75   | 3049  | 9   | -383.00              | 476.17                  |
| 76   | 2619  | 3   | -488.94              | 627.41                  |
| 77   | 2812  | 11  | -491.69              | 411.75                  |
| 78   | 2284  | 17  | -506.77              | 357.71                  |
| 79   | 1258  | 9   | -528.85              | 422.84                  |
| 80   | 3155  | 6   | -601.86              | 456.20                  |
| 81   | 3617  | 24  | -617.29              | 300.42                  |
| 82   | 918   | 11  | -618.21              | 462.88                  |
| 83   | 2648  | 3   | -670.90              | 693.84                  |
| 84   | 3688  | 6   | -718.79              | 467.10                  |
| 85   | 2897  | 22  | -728.42              | 297.59                  |
| 86   | 714   | 8   | -734.06              | 472.25                  |
| 87   | 742   | 7   | -781.89              | 442.57                  |
| 88   | 3588  | 10  | -814.08              | 432.26                  |
| 89   | 1684  | 5   | -837.32              | 557.14                  |

| RANK | SEMEN | OBS | $\bar{X}$ BBLUP (Kg) | $\sigma_{\bar{X}}$ (Kg) |
|------|-------|-----|----------------------|-------------------------|
| 90   | 668   | 3   | -868.19              | 608.61                  |
| 91   | 2656  | 6   | -890.88              | 522.63                  |
| 92   | 951   | 3   | -995.71              | 593.57                  |
| 93   | 1494  | 3   | -1629.4              | 627.41                  |

## SEMENTALES JERSEY

| RANK | SEMEN | OBS | $\bar{X}$ BBLUP (Kg) | $\sigma_{\bar{X}}$ (Kg) |
|------|-------|-----|----------------------|-------------------------|
| 1    | 964   | 4   | 1075.94              | 409.83                  |
| 2    | 2337  | 7   | 831.76               | 341.74                  |
| 3    | 2526  | 13  | 706.32               | 286.72                  |
| 4    | 3132  | 8   | 462.87               | 327.02                  |
| 5    | 3269  | 5   | 404.71               | 378.35                  |
| 6    | 2313  | 11  | 349.48               | 316.65                  |
| 7    | 2500  | 4   | 326.00               | 404.56                  |
| 8    | 2990  | 10  | 323.58               | 321.30                  |
| 9    | 2370  | 15  | 169.87               | 282.46                  |
| 10   | 2977  | 9   | 169.51               | 323.39                  |
| 11   | 1333  | 10  | 166.56               | 310.34                  |
| 12   | 2347  | 16  | 157.57               | 276.70                  |
| 13   | 3299  | 5   | 86.05                | 378.70                  |
| 14   | 2409  | 14  | 80.58                | 286.39                  |
| 15   | 1486  | 3   | 17.66                | 686.42                  |
| 16   | 2395  | 8   | -35.91               | 340.33                  |
| 17   | 1286  | 16  | -42.12               | 280.29                  |
| 18   | 2690  | 5   | -44.52               | 390.98                  |
| 19   | 1272  | 11  | -113.78              | 307.83                  |
| 20   | 1735  | 3   | -169.82              | 434.76                  |
| 21   | 3068  | 22  | -187.07              | 265.11                  |
| 22   | 2507  | 18  | -189.52              | 279.86                  |
| 23   | 1305  | 22  | -192.04              | 266.75                  |
| 24   | 2830  | 20  | -214.90              | 266.78                  |
| 25   | 2625  | 13  | -260.16              | 291.75                  |
| 26   | 2580  | 3   | -318.58              | 477.04                  |

|    |      |    |         |        |
|----|------|----|---------|--------|
| 27 | 2437 | 41 | -402.17 | 241.06 |
| 28 | 624  | 17 | -494.47 | 276.15 |
| 29 | 3143 | 10 | -529.31 | 311.39 |
| 30 | 3285 | 6  | -754.82 | 354.07 |
| 31 | 2425 | 4  | -1379.3 | 403.07 |

Para clasificar a los sementales de acuerdo con sus respectivos BLUP, se procedió a calcular la media y desviación estándar de los mismos, encontrándose para los sementales Holstein una media de +11.3 Kg y una desviación estándar de 559.2 Kg, mientras que para los sementales Jersey se encontró una media de -001 Kg y una desviación estándar de 473.02 Kg. Por medio de estos valores se pudieron estratificar a los sementales en tres grupos como se observa en el cuadro 20.

CUADRO 20. CLASIFICACION DE LOS SEMENTALES DE ACUERDO A SUS BLUP.

| SEMENTALES HOLSTEIN |    |      | SEMENTALES JERSEY |    |      |
|---------------------|----|------|-------------------|----|------|
| ESTRATOS (BLUP)     | N  | %    | ESTRATOS (BLUP)   | N  | %    |
| +841 a +2366        | 4  | 4.3  | +711 a +1076      | 2  | 6.5  |
| +12 a +840          | 39 | 41.7 | +1 a +710         | 13 | 43.5 |
| -1630 a +11         | 50 | 54   | -1380 a 0         | 16 | 50   |
| Total               | 93 |      | Total             | 31 |      |

La utilidad de estratificar a los sementales según su BLUP radica en determinar en que tipo de fincas puede ser factible su uso, para elevar el potencial genético de las siguientes generaciones. Por ejemplo, es factible utilizar a los mejores sementales de cada raza (4.3% y el 6.5% de los sementales Holstein y Jersey respectivamente) en las fincas con mayores producciones por vaca (grupos 1 y 3), mientras que para las fincas con menores producciones (grupos 2 y 4), quizá sea mejor

el uso de sementales del siguiente estrato (41.7% y 43.5%), lo anterior para poder elevar el nivel de intensificación de estas fincas, a través del mejoramiento de los animales de los hatos. Por otro lado, a los sementales del último estrato cuyos BLUP resultan ser negativos, no deben ser utilizados como reproductores para evitar el posible retroceso en la aptitud para la producción de los hatos lecheros.

Con el propósito de conocer cual es el verdadero uso que se les da a los sementales mejor clasificados, se relacionaron a los 10 mejores sementales de cada raza de acuerdo a la finca y al grupo correspondiente (Cuadro 21).

CUADRO 21. DISTRIBUCION DE SEMENTALES DE ACUERDO A LA FINCA EN QUE FUE UTILIZADO Y AL GRUPO CORRESPONDIENTE.

| SEMENTALES HOLSTEIN |       |           |         | SEMENTALES JERSEY |       |       |       |
|---------------------|-------|-----------|---------|-------------------|-------|-------|-------|
| RANK                | SEMEN | FINCA     | GRUPO   | RANK              | SEMEN | FINCA | GRUPO |
| 1                   | 3182  | 1         | 1       | 1                 | 964   | 6     | 1     |
| 2                   | 1890  | 8         | 1       | 2                 | 2337  | 1     | 1     |
| 3                   | 2169  | 1         | 1       | 3                 | 2526  | 6     | 1     |
| 4                   | 1560  | 16        | F.I.**  | 4                 | 3132  | 6     | 1     |
| 5                   | 3424* | 16        | F.I.    | 5                 | 3269  | 1     | 1     |
| 6                   | 3405* | 7         | 4       | 6                 | 2313  | 4, 6  | 1, 3  |
| 7                   | 970   | 17        | 3       | 7                 | 2500  | 1     | 1     |
| 8                   | 1722  | 16        | F.I.    | 8                 | 2990  | 6     | 1     |
| 9                   | 1897  | 1,8,15,16 | 1, F.I. | 9                 | 2370  | 17    | 3     |
| 10                  | 1232  | 12        | 1       | 10                | 2977  | 6     | 1     |

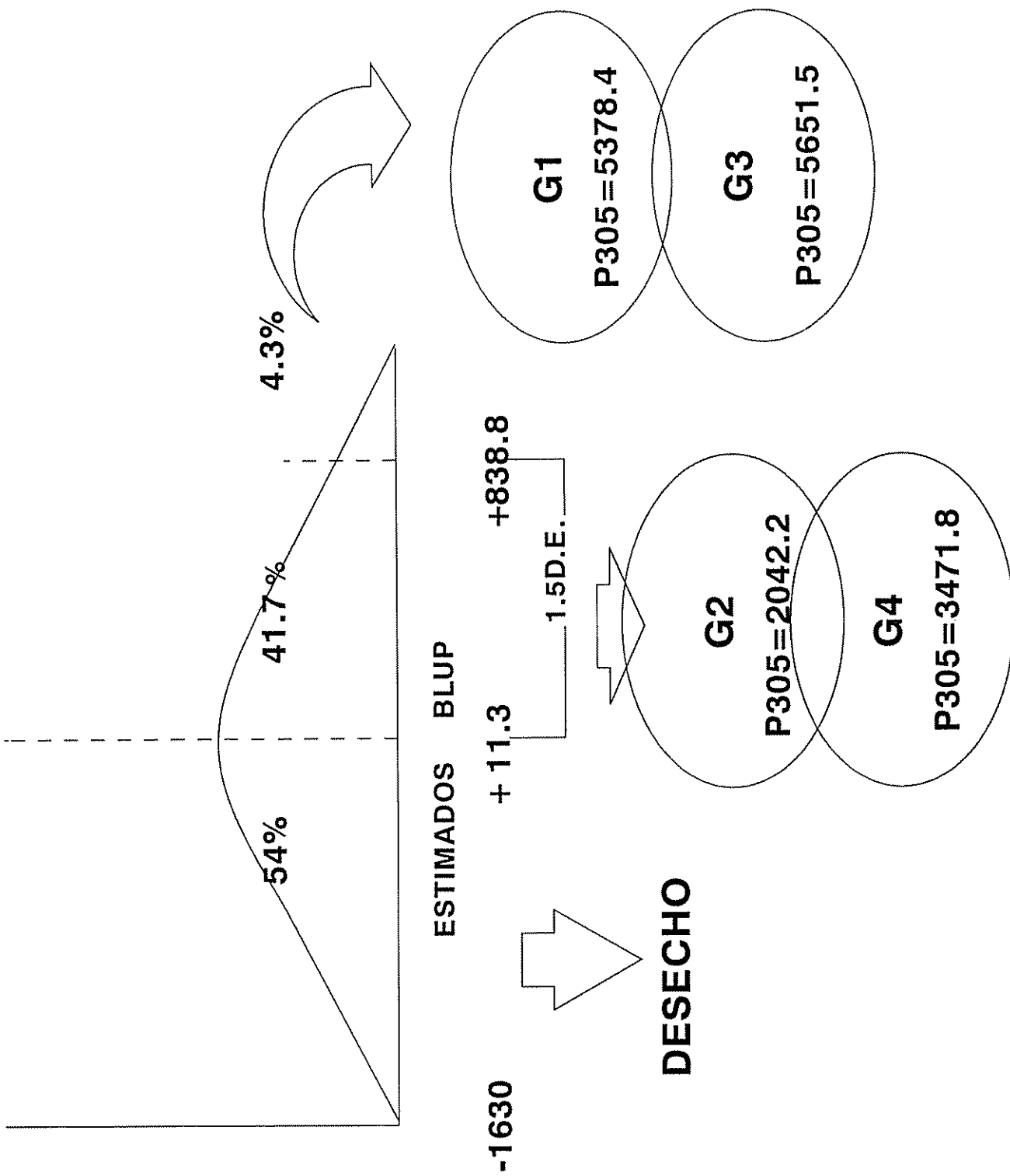
\* Monta natural.

\*\* F.I. Finca independiente.

En el cuadro 21, se puede observar que los mejores sementales se encuentran en las fincas con mayores niveles de intensificación, lo cual es indicativo de su participación en los niveles de intensificación de estos grupos. Sin embargo, los sementales que tienen valores negativos han sido utilizados indiscriminadamente en las 19 fincas, lo que puede significar un retroceso en la aptitud genética de la descendencia.

Es importante tomar en cuenta el nivel de intensificación de los hatos para determinar que tipo de semental es más conveniente utilizar, con el objeto de incorporar material genético con aptitudes que contribuyan al proceso de intensificación principalmente en los grupos de fincas que tienen niveles bajos.





**FIG. 11. AGRUPAMIENTO DE LOS SEMENTALES DE ACUERDO A SU BLUP.**

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. Las fincas se caracterizaron de acuerdo a sus niveles de intensificación por medio de variables de extensión y de productividad.

2. Se identificaron diferencias entre los grupos de fincas para el área de pastizales, la carga animal, el área para pasto de corte, la producción de leche por vaca a los 305 días y la producción de leche por hectárea.

3. Los efectos finca, raza, número de parto, año de parto, época de parto y raza por número de parto resultaron significativos para la variable P305, mientras que solo los efectos de finca y año de parto fueron significativos para la variable días parto concepción (DPC).

4. Las heredabilidades ( $h^2$ ) y las repetibilidades fueron de  $.49 \pm .17$  y de  $.54 \pm .03$  respectivamente para la raza Holstein, mientras que para la Jersey fueron de  $.48 \pm .03$  y de  $.55 \pm .05$ .

5. Se encontró un rango para los sementales Holstein de -1629 a +2365.2 Kg según su BLUP y para los sementales Jersey se observaron valores entre -1379.3 a 1075.9 Kg.

6. Los sementales con valores de BLUP por arriba de +711 Kg corresponden a fincas del grupo número 1, sin embargo, los sementales con valores negativos se encuentran distribuidos en los cuatro grupos de fincas.

7. Es evidente la posibilidad de llevar a cabo transferencia de tecnología de los grupos de fincas con mayor nivel de intensificación a los de menor nivel, tanto para aspectos de manejo nutricional como genético.

#### RECOMENDACIONES:

1. El tipo de recursos animales debe depender del nivel de manejo incluyendo los aspectos nutricionales en la finca.
2. Es importante la realización de estudios que relacionen las características nutricionales con el nivel genético de los animales a nivel de finca.
3. Se requiere de estudios económicos para determinar la utilidad del uso de determinados tipos de manejo nutricional y genético.

## 6. LITERATURA CITADA

- ABUBAKAR, B.Y.; McDOWELL, R.E.; VAN VLECK, L.D. 1986. Genetic evaluation of Holsteins in Columbia. *Journal of Dairy Science* (EE.UU) 69(4):1081-1086.
- ADKINSON, R.W.; ROMAN, J; WILCOX, C.J.; MARTIN, F.G. 1974. Correlaciones genéticas de producción de leche en Ecuador. *Memoria. Asociacion Latinoamericana de Producción Animal* (México) 9:74-75.
- AHLBORN, G.; BRYANT, A.M. 1992. Production economic performance and optimum stocking rates of Holstein-Friesian and Jersey cows. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* (N.Z.) 52:7-11.
- ALBA, J. DE. 1985. El Criollo lechero en Turrialba. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie técnica. *Boletín técnico* No. 13. 15 p.
- \_\_\_\_\_. ; KENNEDY, B.W. 1985. Milk production in the Latin American Criollo and its crosses with the Jersey. *Animal Production* (G.B.) 41:143-150.
- ALVAREZ A., J.R. 1975. Evaluación de 25 años de selección en un hato lechero del trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 58 p.
- AMBLE, V.N.; KRISHNAN, K.S.; SRIVASTAVA, J.S. 1958. Statistical studies on breeding data of Indian herds of dairy cattle. *Indian Journal of Veterinary Science and Animal Husbandry* (India) 28(2):33-92.
- BAAYEN, M.Y.; PEREZ, E.; CAPELLA, E.; ESTRADA, S.; MULLER, E. 1992. Colibrí: un sistema de información descentralizado y multidisciplinario para la producción pecuaria. San José, Costa Rica, UCR/UNA. (Presentado en: Seminario Latinoamericano de Agromática, 3, 1992).

- BANCO CENTROAMERICANO DE INTEGRACION ECONOMICA; CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1990. Situación actual de la producción, industrialización y comercialización de la leche en Centroamérica. Turrialba, C.R., Convenio CATIE/BCIE. 472 p.
- BARKER, J.S.F. 1988. Quantitative genetics, ecology, and evolution. In International Conference on Quantitative Genetics (2, 1987, North Carolina). Proceedings. Eds. B.S. Weir; E.J. Eisen; M.M. Goodman; G. Namkoong. North Carolina, North Carolina State University. p. 596-600.
- BECKER, W.A. 1985. Manual of quantitative genetics. 4 ed. Washington, D.C., Academic Enterprises Pullman. 190 p.
- BEINHOLT, A.K.; GOWEN, A.F.; NWOSU, C.C. 1981. Influencia de los factores ambientales y animales sobre el pastoreo diurno y nocturno de vacas importadas Holstein Friesian en las tierras bajas del trópico húmedo de Nigeria. Producción Animal Tropical. (R.D.) 6(4):328-336.
- BODISCO, V.; CEVALLOS, E.; CARNEVALI, A. 1966. Influencia de la estación climática sobre la producción de vacas criollas lecheras. In Reunion Latinoamericana de Producción Animal (1, 1966, Maracay, Ven.) Memoria. México, D.F., ALPA. p. 141-153.
- BONNAL, P.; CASTILLO, J. 1990. Tipología estructural de fincas ganaderas de doble propósito: Carora, Estado Lara, Venezuela. Boletín Rispal (C.R.) No. 15 s.p.
- BRINKS, J.S. 1990. Expected progeny differences. Fort Collins, Colorado, Don-Art Printers 35 p.
- CAMPOS S., M.S. 1989. Caracterización de la curva de lactancia y utilización de registros parciales en genotipos lecheros bajo condiciones de trópico húmedo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, C.R., CATIE. 108 p.
- CASAS C., E.; TEWOLDE, A.; SALGADO, D.; MUJICA, F. 1990. Efecto del peso al parto sobre el intervalo parto-concepción e vacas Criollas, Jersey y sus cruces. In Reuniao da Associacao Latino-Americana de Producao Animal (12, 1990, Campinas, Brasil). Anais. Piracicaba, FEALQ. p.217.

- \_\_\_\_\_ 1990. Evaluación genética y ambiental de características relacionadas con la eficiencia reproductiva en genotipos lecheros y de carne, bajo condiciones de trópico húmedo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica/CATIE. 137p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA; BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. 1983. Informe final del proyecto CATIE/BID, sobre investigación aplicada en sistemas de producción de leche en Centroamérica. Turrialba, C.R.
- \_\_\_\_\_ 1987. Proyecto de desarrollo de tecnologías apropiadas para la producción de leche y carne bovina en un sistema de doble propósito en el trópico Centroamericano. Propuesta presentada al Banco Interamericano de Desarrollo BID. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Depto. Production Animal. 71p.
- CUBILLOS, G. 1991. Estudio a nivel nacional para mejorar la tecnología de alimentación de ganado lechero a través del uso de forrajes de corte. Informe final. San José, Costa Rica, IICA/MAG. 285p.
- DICKERSON, G.E. 1969. Experimental approaches in utilizing breed resources. *Journal of Animal Science* (EE.UU.) 26:250-253.
- DUFUMIER, M. 1990. Importancia de la tipología de unidades de producción agrícolas en el análisis de diagnóstico de realidades agrarias. In: Escobar, G.; Berdegue, J. (Eds.). Tipificación de sistemas de producción agrícola. Santiago, Chile, RIMISP/GIA. p. 63-81
- ESCOBAR, G; BERDEGUE, J. 1990. Conceptos y metodología para la tipificación de sistemas de finca: la experiencia de RIMISP. In: Escobar, G.; Berdegue, J. (Eds.). Tipificación de sistemas de producción agrícola. Santiago, Chile, RIMISP/GIA. p. 13-43
- ESPINOSA, P.; JATIVA, P.; SUAREZ, G. 1990. Caracterización de sistemas de producción agrícola de productores de maíz de la provincia de Bolívar en Ecuador. In: Escobar, G.; Berdegue, J. (Eds.). Tipificación de sistemas de producción agrícola. Santiago, Chile, RIMISP/GIA. p. 157-166

- FERREIRA, R.; SILVA, C.; CAMPOS, J.C.; GRACA, C. 1989. Efeito da endogamia sobre a producao de leite em um rebanho Caracú. Arquivos Brasileiros da Medicina Veterinaria e Zootecnia (Brasil) 41: 143-153.
- FISHER, L.J.; WALL, J.W. ; JONES, S.E. 1983. Weight and age at calving and weight change relates to first lactation milk yield. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 66:2167-2172.
- FRISCH, E.J. 1981. Changes occurring in cattle as consequence of selection for growth rate in a stressful enviroment. Journal of Agriculture Science of Cambridge (G.B.) 96: 23-38
- GACULA, M.C.; GAUNT, S.N.; DAMON, R.A. 1968. Genetic and enviromental parameters of milk constituents for five breeds. 2. Some genetic parameters. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 51(3):438-444.
- GARCIA M. DE, 1991. Organización de datos de sistemas pecuarios. In Reunion general RISPAL (8, 1988, Guatemala). Informe. IICA. Serie de ponencias y recomendaciones de eventos técnicos No. A1/SC-89-06. p. 339-345
- GROENEVELD, E. 1990. PEST user's manual. Illinois, Univ. of Illinois, 72 p.
- HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. 1987. Multivariate data analysis with readings. 2 ed. New York, Macmillan. 449 p.
- HARDIMAN, R.T.; LACEY, R.; MU YI, Y. 1990. Use of cluster analysis for identification and classification of farming systems en Qingyang County, Central North China. Agricultural Systems (G.B.) 33: 115-125
- HARGROVE, G.L.; MBAH, D.A.; ROSENNERGER, J.L. 1981. Genetic and enviromental influences on milk and milk component production. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 64(7): 1593-1597.

- HART, R.D. 1982. An ecological systems conceptual framework for agricultural research and development. In Readings in farming systems research and development. Ed. by W.W. Shanner, P.F. Philip, W.R. Schmehl. Colorado, Colorado State University. p.44-58.
- \_\_\_\_\_. 1990. Componentes, subsistemas y propiedades del sistema finca como base para un método de clasificación. En: Escobar, G.; Berdegue, J. (Eds.). Tipificación de sistemas de producción agrícola. Santiago Chile, RIMISP/GIA. p. 45-62
- HARVEY, W.R. 1991. User's guide for LSMLMW & MIXMDL PC-2 version. Mixed Model least-squares and maximum likelihood computer program. (EE.UU.) 90 p.
- HAZEL, L.N.; LUSH, J.L. 1942. The efficiency of three methods of selection. Journal of Heredity (EE.UU) 33(11): 393-399.
- HERMAS, S.A.; YOUNG, C.W.; RUST, J.W. 1987. Genetic relationships and additive genetic variation of productive and reproductive traits in Guernsey Dairy Cattle. Journal of Dairy Science (EE.UU) 70(6):1252-1257.
- HERRERO A., M.; ALVARADO U., E.; VAN DER GRINTEN. 1992. Proyecto de salud de hato e información pecuaria resultados preliminares proyecto piloto Poas. San José, Costa Rica. p. 11-17
- HETZEL, D.J.S.; SEIFERT, G.W. 1986. Breeding objectives and selection traits for extensive beef cattle production in the tropics. In World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (1986, Lincoln, Nebraska). Proceedings Lincoln, Nebraska. p. 244-257.
- HOLDRIDGE, L.R.; GRENKE, W.C.; HATEWAY, W.H.; LIANG, T.; TOSI, J.A. 1971. Forest environments in tropical life zones, a pilot study. Oxford, Pergamon press.
- HOLDRIDGE, L.R. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Trad. Humberto Jiménez Saa. San José, Costa Rica, IICA. 216p.



- HOTELLING, H. 1933. Analysis of a complex os statistical variables into principal components. Journal of Education and Psychology (India) 24:417-441, 498-520.
- IMBACH, A. 1985. Análisis del uso de la tierra en la Quebrada Delgado, Costa Rica: diagnóstico de la situación y proyecto de ajuste del uso dela tierra. Turrialba, C.R., CATIE. 73 p.
- INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL (COSTA RICA). 1993 Información sobre 29 años de precipitación pluvial en la Estación Meteorológica de Vara Blanca, Costa Rica. San José. s.p.
- JAGER, D. DE; KENNEDY, B.W. 1987. Genetics parameters of milk yield and composition and their relationships with alternative breeding goals. Journal of Dairy Science (EE.UU) 70(6):1258-1266.
- KAMINSKY, M. 1982. Metodología de regionalización agropecuaria para tipificación: uns aplicación al caso Paraguay. En: Desarrollo Rural en las Americas (C.R) 14(2):23-45
- KRAGELUND, K.; HILLEL, J.; KALAY, D. 1979. Genetic and phenotypic relationship between reproduction and milk production. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 62:468-474.
- LANDIN P, R. 1990. Tipificación de entidades geográficas y administrativas para priorizar zonas objetivo de proyectos de investigación agropecuaria. In Escobar, G.; Berdegue, J. (Eds.). Tipificación de sistemas de producción agrícola. Santiago, Chile, RIMISP/GIA. p. 141-156
- LEE, A.J. 1977. Relationship between milk yield and age at calving in first lactation. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 59(10):1794-1801.
- LEGATES, J.E. 1990. Efficiency of feed utilization in Holsteins selected for yield. Journal of Dairy Science (EE.UU) 73(6):1533-1536.

- LEONARD, H.J. 1985. Recursos naturales y desarrollo económico en América Central. Washington, D.C., IIED, 267 p.
- LOFGREN, D.L.; STEWART, T.S. 1991. Efficacy of alternative multivariate best linear unbiased prediction models for genetic evaluation of swine. Journal of Animal Science (EE.UU.) 69:4388-4396.
- LUSH, J.L.; SHRODE, R.R. 1950. Changes in milk production with age and milking frequency. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 33:338.
- MABRY, J.W.; BENYSHEK, L.L.; JOHNSON, M.H.; LITTLE, D.E. 1987. A comparison of methods for ranking boars from different central test stations. Journal of Animal Science (EE.UU.) 65:56.
- MADALENA, F.E.; LEMOS, A.M.; TEODORO, R.L.; BARBOSA, R.T.; MONTEIRO, J.B.N. 1990. Dairy production and reproduction in Holstein-Friesian and Guzera Crosses. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 73(7):1872-1886.
- MARTINEZ, M.L.; LEE, A.J.; LIN, C.Y. 1988. Age and Zebu-Holstein additive and heterotic effects on lactation performance and reproduction in Brazil. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 71(3):800-808.
- McDANIEL, B.T. 1987. Principles of germplasm comparisons. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 70(2):414-417.
- McDOWELL, R.E. 1985. Crossbreeding in tropical areas with emphasis on milk, health and fitness. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 68(9):2418-2435.
- MOLINAS, M.A. 1991. Metodología simple y apropiada para establecer capacidad y uso sostenible de la tierra, aplicable a nivel de pequeña finca para la región II de Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., CATIE 175p.
- MURILLO, B.O. 1982. Producción, reproducción y mortalidad de las razas Holstein y Pardo Suizo en Camayagua, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 74 p.

- NEGRON, A. 1974. Características de producción y reproducción de un hato lechero en la zona de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 66p.
- NUÑEZ, R.D.; REGALADO, P.R.; TEWOLDE, A. 1983. Evaluación genética de producción de leche en un hato Holstein. *Producción Animal Tropical* (R.D.) 8(1):74.
- PARKER, D.S. 1984. Limitantes metabólicas para la producción de leche en los tropicos. *Producción Animal Tropical*. (R.D.) 9:263-269
- PEARSON, K. 1901. On lines and planes of closed fit to system of point in space. *Philippine Magazine* (Filipinas) 6:559-572
- PEROZ, O.T.; DEATON, O.; MUÑOZ, H. 1974. Producción de un hato Holstein en zona de altura de Guatemala. Memoria. Asociación Latinoamericana de Producción Animal (México) 9:70.
- PETERSON, R.G.; NASH, T.E.; SHELFORD, J.A. 1982. Heritabilities and genetic correlations for serum and production traits of lactating Holsteins. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 65(8):1556-1561.
- PONZONI, R.W. 1991. Breeding plans for tropical sheep getting started. Department of Agriculture, box 1671. Adelaide, Australia, Department of Agriculture. 168 p.
- POSNER, J.L. 1981. The densely populated steep slopes of tropical América: Profile of a fragile environment. Final Report. New York, Rockefeller Foundation, New York. 79 p.
- POWELL, L.R.; WIGANS, G.R.; PLOWMAN, R.D. 1990. Evaluations of Holstein bulls and cows in Ecuador. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 73(11):3330-3335.
- RIESCO, A. 1991. Consideraciones para la evaluación económica de innovaciones tecnológicas. *In* Reunión General RISPAL (8, 1988, Guatemala). Informe. IICA. Serie de ponencias y recomendaciones de eventos técnicos No. A1/SC-89-06. p. 361-375

- RIPLEY, R.L.; TUCKER, W.L.; VOELKER, H.H. 1970. Effect of days open on lactation production. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 53:654.
- RODRIGUEZ, F.; WILCOX, C.J.; ROMAN, J.; MARTIN, F. 1976. Efecto de la edad sobre la producción de leche en Holsteins. *Memoria. Asociación Latinoamericana de Producción Animal* (México) 11:47.
- RUIZ F., A. 1992. Determinación de niveles críticos y efectos de consanguinidad sobre características productivas, reproductivas y de crecimiento en ganado criollo lechero centroamericano y Romosinuano bajo condiciones de trópico húmedo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, C. R., CATIE. 172p.
- RUVUNA, F.; McDANIEL, B.T.; McDOWELL, R.E.; JOHNSON, J.E.; HOLLON, B.T.; BRANDT, G.W. 1983. Crossbred and purebred dairy cattle in warm and cool seasons. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 66:2408-2417.
- SALGADO F., D.J. 1986. Estimación de ganancia genética para producción de leche en un hato de ganado Holstein. Tesis Lic. Managua, Nicaragua, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. 66p.
- \_\_\_\_\_ 1988. Indices de selección y evaluación de su efectividad para características relacionadas con la producción de leche en el trópico. Tesis Mag. Sci. Turrialba, C. R., CATIE. 124p.
- SANCHEZ, P. 1981. Suelos del trópico; características y manejo. San José, C.R., IICA. 634p.
- SCHNEEBERGER, C.P.; WELLINGTON, K.E.; McDOWELL, R.E. 1982. Performance of Jamaica Hope cattle in comercial dairy herds in Jamaica. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 65(7):1364-1371.
- SEQUEIRA S.,R. 1986. Evaluación genética de producción láctea y reproducción en ganado suizo y cruce bajo condiciones de trópico seco en Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 126 p.

- SEYKORA, A.J.; McDANIEL, B.T. 1983. Heritabilities and correlations of lactation yields and fertility for Holsteins. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 66(7):1486-1493.
- SHARMA, J.M.; DHINGRA, M.M.; GURUNG, B.S. 1982. Note on genetic and non-genetic factors affecting some production traits in cross-bred (Friesian x Sahiwal) cattle. *Indian Journal of Animal Science* (India) 52(1):42-45
- SPEEDING, C.R.W. 1975. *The biology of agricultural systems*. London, Academic Press. p. 231-241.
- TEWOLDE, A. 1986. Brief review of current and desirable national services for dairy cattle improvement. (Mimeografiado)
- \_\_\_\_\_. 1987. Identificación y selección de hembras utilizando registros de fincas. (Presentado en: Seminario Internacional sobre mejoramiento genético. San José, Costa Rica. GTZ-MAG-UNA-CATIE. 14p.
- \_\_\_\_\_.; VAN DIJK, J.; 1993. Conservation and preservation of animal genetic resources in dairy and beef cattle of Latin América. In *International Conference on Livestock in the Tropics* (1993, Gainesville, Florida). *Proceedings*. Gainesville, University of Florida. p. 74-85.
- TURNER, H.G. 1982. Genetic variation of rectal temperature in cows and its relationship to fertility. *Animal Production*. (G.B.) 35:401-412.
- TURNER, H.N.; YUNG, S.S.Y. 1969. *Quantitative genetics in sheep breeding*. New York, Cornell University Press. 332p.
- UNITED STATES NATIONAL RESEARCH COUNCIL 1988. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 6 ed. Washington, D.C., National Academic Press. 157p.

- VACCARO, L. 1984. El comportamiento de la raza Holstein Friesian comparada con el Pardo Suizo en cruzamiento con razas nativas en el trópico: Una revisión de literatura. *Producción Animal Tropical* (R.D.) 9(2): 93-101.
- VACCARO, R.; PALLETE, A.; CORDERO, A. 1979. Parámetros genéticos de la producción de leche, grasa y duración de la lactancia. Memoria. Asociación Latinoamericana de Producción Animal (México). 14:145.
- VAN DER GRINTEN, P.; BAAYEN, M.T.; VILLALOBOS, L.; DWINGER, R.H.; MANNETJE, L. 'T. 1992. Utilization of Kikuyu grass (Pennisetum clandestinum) pastures and dairy production in a high altitude region of Costa Rica. *Tropical Grasslands* (Australia) 26: 255-262.
- VAN VLECK, L.D.; NUÑEZ D, R. 1991. Evaluaciones genética de toros y vacas lecheras con el modelo animal. In Seminario Internacional de Mejoramiento Genético de bovinos lecheros. México, Colegio de Postgraduados. p 80-118
- VERDE, O. 1979. Características productivas de un rebaño mestizo Pardo Suizo. Memoria ALPA (México) 14:155-161.
- VITERI, L.V. 1979. Evaluación de la producción de leche y reproducción de un hato de varios grupos raciales en El Salvador. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR- CATIE. 81 p.
- VON BERTALAFFY, L. 1977. La teoría general de sistemas: una revisión crítica. In *Teoría general de sistemas y administración pública*. Comps. G. Campero; H. Vidal. San José, C.R., Editorial Universitaria Centroamericana. p.17-64.
- WARD, J.H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association* (EE.UU) 58:236-244.
- WARWICK, E.J.; LEGATES, J.E. 1980. Cría y mejora del ganado. Trad. por Ramón Elizondo Leal. 3 ed. México, McGraw-Hill. 623p.

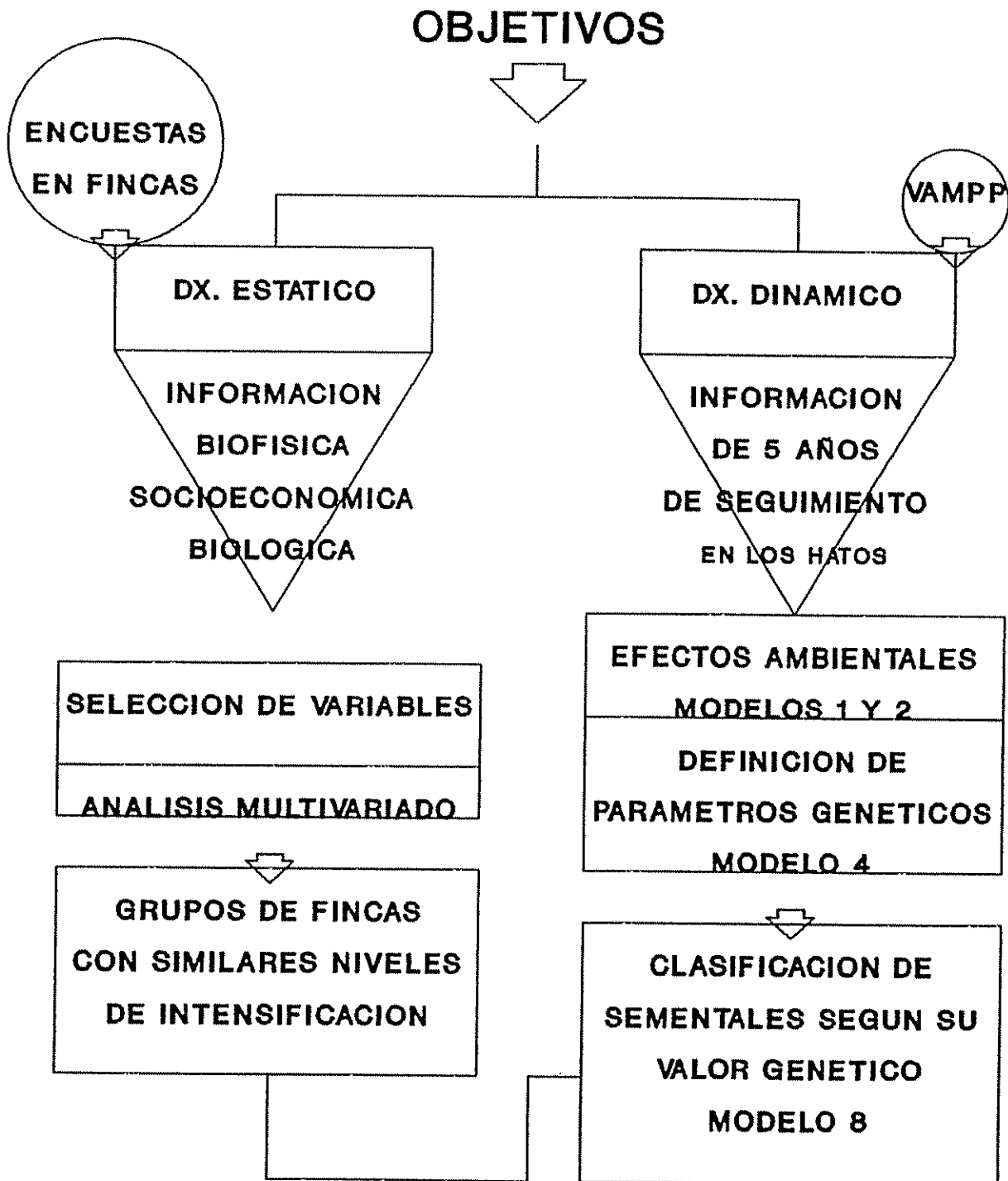
WILKINS, J.V.; ROJAS, F.; MARTINEZ, L. 1984. El proyecto de ganado Criollo de Santa Cruz, Bolivia. s.l., s.e., 20p. (CAT documento No. 47)

# A P E N D I C E



1A

# PROCESO METODOLOGICO



## 2A. ENCUESTA

- 
1. EXTENSION TOTAL DE LA FINCA.    Has.
2. EXTENSION DE LA LECHERIA.    Has.
3. ALTITUD.     msnm.
4. TOPOGRAFIA.   
 QUEBRADA=1 ONDULADA=2 PLANA=3
5. NUMERO DE MESES CON ESCASEZ DE FORRAJE.   
 MAS DE SEIS=1 DE TRES A SEIS=2 MENOS DE TRES=3
6. FINCA ADMINISTRADA POR EL DUEÑO.   
 NO=0 SI=1
7. LA LECHERIA ES LA ACTIVIDAD PRINCIPAL.   
 DEL DUEÑO. NO=0 SI=1
8. TIEMPO QUE LE DEDICA A LA LECHERIA.   
 LA CUARTA PARTE=1 LA MITAD=2 MAS DE LA MITAD=3
9. PARTE DE LOS INGRESOS QUE APORTA   
 LA LECHERIA. MENOS DE LA CUARTA PARTE=1 DE LA CUARTA PARTE A LA MITAD=2  
 MAS DE LA MITAD=3
10. COMO CALIFICA A LA LECHERIA.   
 NO RENTABLE=1 SUBSISTENCIA=2 RENTABLE=3 MUY RENTABLE=4
11. NIVEL DE ESTUDIO DEL ADMINISTRADOR.   
 BASICO=1 MEDIO=2 AVANZADO=3
12. AÑOS DE EXPERIENCIA EN LECHERIA DEL ADM.   
 MENOS DE 10=1 ENTRE 10 Y 20=2 MAS DE 20=3
13. NUMERO DE FAMILIAS EN LA FINCA.  fam.
14. MANO DE OBRA CONTRATADA.   pers.
15. MANO DE OBRA FAMILIAR.  pers.
16. MANO DE OBRA OCASIONAL.
17. ASISTENCIA TECNICA VETERINARIA   
 NO=0 SI=1
18. DESPARASITACIONES.  veces/año
19. NUMERO DE PERSONAS QUE INSEMINAN.  pers.

- 
20. OTRO TIPO DE ASISTENCIA TECNICA.   
NO=0 SI=1
21. NUMERO DE POTREROS.  potreros
22. TAMAÑO PROMEDIO DE LOS POTREROS.  Has.
23. AREA DEDICADA A PASTOS DE CORTE.  Has.
24. TIEMPO DE OCUPACION DE LOS POTREROS.  días
25. TIEMPO DE DESCANSO PARA LOS POTREROS.  días
26. CONTROL MANUAL DE MALEZAS.   
NO=0 SI=1
27. CONTROL QUIMICO DE MALEZAS.   
NO=0 SI=1
28. CANTIDAD DE FERTILIZANTE QUIMICO.  sacos/año
29. FERTILIZACION ORGANICA.   
NO=0 SI=1
30. UTILIZA REEMPLAZADORES.   
NO=0 SI=1
31. USA ALIMENTO INICIADOR.   
NO=0 SI=1
32. ALIMENTO PARA DESARROLLO.   
NO=0 SI=1
33. AGREGA CEBADA EN LA RACION.   
NO=0 SI=1
34. PROPORCIONA BANANO.   
NO=0 SI=1
35. AÑADE MELAZA A LA RACION.   
NO=0 SI=1
36. AGREGA PASTO DE CORTE.   
NO=0 SI=1
37. CANTIDAD DE CONCENTRADO.  sacos/sem
38. PAGO SEMANAL POR MANO DE OBRA CONTRATADA.  colones
39. COSTO PROMEDIO POR DOSIS DE SEMEN  colones

# 3A. DIAGNOSTICO DINAMICO

```

V          V A      MM          MM P P P P P P P P P P P P
V          V A A    M MM        MM M P          P P          P
V          V A  A    M   MM MM   M P          P P          P
V          V A A A A A A A M      M      M P P P P P P P P P P P P
V V A          A M          M P          P
V A          A M          M P          P

```

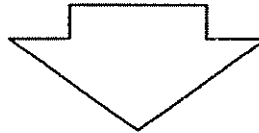
Programa para el manejo de produccion y salud de hatos

Ganado de Leche

Version 4.0, Agosto 1992  
Licencia para: BUURMAN, CRO

Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional  
Apdo 304, 3000 Heredia, Costa Rica  
Tel: 506-377833, Fax: 506-602155  
Correo electronico: UNAPIP@HURACAN.CR

Numero de finca



**BASE DE DATOS**

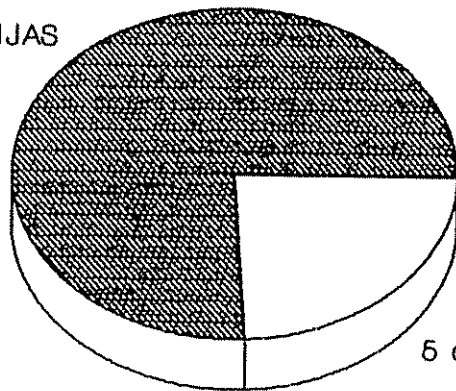
**INFORMACION DE 5 AÑOS DE SEGUIMIENTO**

**EN HATOS LECHEROS DE LAS**

**FINCAS EN ESTUDIO**

4A. **CLASIFICACION DE SEMENTALES**

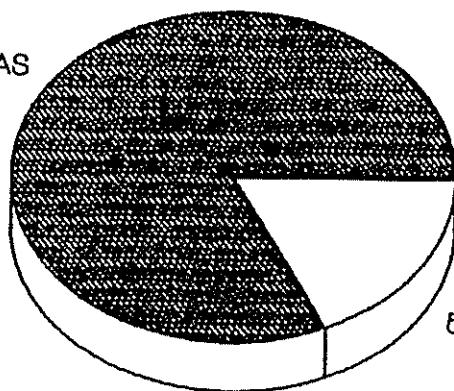
MENOS DE 5 HIJAS  
173



5 O MAS HIJAS  
55

HOLSTEIN

MENOS DE 5 HIJAS  
88



5 O MAS HIJAS  
15

JERSEY





| CODIGO  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | No.HIJAS |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|
| 29H5285 |   |   |   |   |   |   |   |   | 9 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 9        |
| 29H5421 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | 2  |    |    |    | 2        |
| 29H5740 | 4 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |    |    |    | 2  |    |    |    | 7        |
| 29J2755 |   |   |   |   | 8 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 8        |
| 29J2770 |   |   |   |   | 7 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 7        |
| 29J2792 |   |   |   |   | 9 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 9        |
| 29J2793 |   |   |   | 2 | 8 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 8        |
| 29J2819 |   |   |   | 8 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 8        |
| 29J2821 |   |   |   |   | 2 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2        |
| 29J2835 |   |   |   |   | 1 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1        |
| 29J2842 |   |   |   |   | 1 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1        |
| 29J2851 |   |   |   |   | 1 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1        |
| 29J2871 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | 11 |    |    |    |    |    | 11       |
| 29J2890 |   |   |   | 2 | 1 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 3        |
| 39HO128 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    | 1        |
| 3H1010  |   |   |   | 4 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 4        |
| 3H1012  |   |   |   | 6 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 6        |
| 3H1045  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    | 1        |
| 3H122   |   |   |   | 1 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1        |
| 3H1422  |   |   |   | 5 |   |   |   |   |   |    | 3  |    |    |    |    |    |    |    |    | 8        |
| 3H1760  |   |   |   | 5 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 5        |
| 3H527   |   |   |   |   |   |   | 1 |   |   |    | 1  |    |    |    |    |    |    | 5  |    | 7        |
| 3H580   |   |   |   | 1 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1        |
| 3H741   |   |   |   |   |   |   |   | 2 |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2        |
| 3H744   |   |   |   |   |   |   | 1 |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1        |
| 3H822   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | 5  |    |    |    | 5        |
| 3H850   |   |   |   | 1 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1        |
| 3H856   |   |   |   | 5 |   |   |   |   | 1 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 6        |
| 3H848   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 2  |    | 2        |
| 3J110   |   |   |   | 4 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 4        |
| 3J134   |   |   |   | 9 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 9        |
| 3J243   |   |   |   | 1 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1        |
| 40H098  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    | 1        |
| 40H2119 |   |   |   |   |   |   | 2 |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2        |
| 40H2241 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | 13 |    |    |    | 13       |
| 40H2301 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 2  |    |    |    |    |    |    |    | 2        |
| 40H2425 |   |   |   |   |   |   |   |   | 2 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2        |
| 40H2455 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | 15 |    |    |    | 15       |
| 40H2460 |   |   |   | 4 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 4        |
| 40H2518 |   |   |   | 5 |   |   |   |   | 4 |    |    |    |    |    |    | 12 |    | 2  |    | 23       |
| 40H2573 |   |   |   | 4 |   |   |   |   |   |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    | 5        |
| 40H2612 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | 2  |    |    |    | 2        |
| 40H2655 |   |   |   | 1 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1        |
| 40H2710 |   |   |   | 1 | 3 |   |   |   | 1 |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    | 6        |
| 40H2734 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    | 1        |
| 40H86   |   |   |   | 1 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1        |
| 40J583  |   |   |   | 1 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1        |
| 40J585  |   |   |   | 1 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1        |
| 44963   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1        |
| 463     |   |   |   |   |   |   |   |   | 1 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1        |
| 71H550  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | 8  |    |    |    | 8        |









| CODIGO   | 1 | 2 | 3  | 4 | 5 | 6 | 7 | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | No.HUAS |    |
|----------|---|---|----|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------|----|
| H2878    | 2 |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 2  |
| H2955    |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |         | 1  |
| H318     | 1 |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 1  |
| H334     |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2  |         | 2  |
| H78205   | 2 |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 2  |
| H79221   | 1 |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 1  |
| H79224   | 4 |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 4  |
| H80253   | 1 |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 1  |
| H8574    |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 3  |         | 3  |
| H88138   |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |         | 1  |
| H91      |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 3  |    |    |         | 3  |
| IA001    |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    | 1  |    |    |         | 2  |
| IA002    |   |   |    |   |   | 1 |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |         | 2  |
| IA003    |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |         | 1  |
| IA004    |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | 2  |    |    |    |    |    |         | 2  |
| IA009    |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |         | 1  |
| IA011    |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 7  |    |    |         | 7  |
| IA012    |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 3  |    |    |         | 3  |
| IA013    |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |         | 1  |
| J112     | 3 |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 3  |
| J133     | 2 |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 2  |
| J565     | 2 |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 2  |
| J607     |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |         | 1  |
| J78413   | 2 |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 2  |
| J78451   | 3 |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 3  |
| J81434   | 3 |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 3  |
| J81447   | 3 |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 3  |
| J87119   |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2  |         | 2  |
| MN001    |   |   |    |   |   |   |   |    | 17 |    |    |    | 2  |    |    |    |    | 1  | 1  |         | 21 |
| MN002    |   |   |    |   | 1 | 1 |   |    |    |    |    | 2  |    |    |    |    | 4  |    |    |         | 8  |
| MN003    |   |   |    |   |   | 7 |   | 12 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 19 |
| MN004    |   |   |    |   |   | 1 |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 6  |    |         | 7  |
| MN005    |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2  |    |         | 2  |
| MN01043  |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |         | 1  |
| MN0114   |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 8  |    |    |    |         | 8  |
| MN01144  |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 4  |    |    |    |         | 4  |
| MN01327  |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 6  |    |    |    |         | 6  |
| MN01337  |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 10 |    |    |    |         | 10 |
| MN01531  |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 5  |    |    |    |         | 5  |
| MN01661  |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |         | 1  |
| MN01701  |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 4  |    |    |    |         | 4  |
| MN01711  |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 2  |    |    |    |         | 2  |
| MN01712  |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 2  |    |    |    |         | 2  |
| MN01713  |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 2  |    |    |    |         | 2  |
| MN01779  |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |         | 1  |
| MN01825  |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 18 |    |    |    |         | 18 |
| MN01835  |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |         | 1  |
| MN0858   |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |         | 1  |
| MN0859   |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |         | 1  |
| MN0918   |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 2  |    |    |    |         | 2  |
| MN0991   |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 10 |    |    |    |         | 10 |
| MN175239 |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |         | 1  |
| MN8048   |   |   | 10 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 10 |
| MN8053   |   |   | 6  |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 6  |
| MN81107  |   |   | 25 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 25 |
| MN8187   |   |   | 20 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 20 |
| MN86133  |   |   | 12 |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 12 |
| MN87118  |   |   | 1  |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 1  |
| MN87134  |   |   | 3  |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         | 3  |
| TJ02     |   |   |    |   |   |   |   |    |    |    |    |    | 8  |    |    |    |    |    |    |         | 8  |

358 SEM

TOTAL 178 15 253 162 136 46 76 79 133 63 165 144 126 107 91 455 167 130 190 2734