

**Universidad Centroamericana**  
Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente  
Departamento de Ciencias Ambientales y Agrarias  
Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria



**Análisis y Comparación Productiva y Reproductiva en  
Producción de Carne Vacuna Orgánica y No Orgánica**

**Tesis para optar al Título de Ingeniero en Sistemas de Producción  
Agropecuaria**

**Autor: Nolan Enoc Hopmann López**

**Tutor de tesis: D.M.V. Carlos Rodolfo Sáenz Scott**

**Managua, Nicaragua**

**Diciembre de 2007**

## **Dedicatorias:**

De manera especial este trabajo está dedicado a mi familia: mis padres y maestros: Cornelius Hopmann y Rosa López por su enorme sabiduría y paciencia; a mis hermanos: Cornelio, Sabine y Carlitos.

Esto también se lo dedico a todas las personas que contribuyeron de manera directa en ésta, mi segunda formación profesional, a los profesores que hicieron su mejor esfuerzo por enseñarme de lo que sabían. Y a la memoria de mis abuelos maternos, de quienes heredé el interés por lo agropecuario.

## **Agradecimientos:**

Quiero agradecer a todas las persona que considero hicieron posible que esta investigación se realizara, si por alguna razón omito algunos nombres no es porque no merezcan estar aquí, sino porque se me dificulta recordarlos a todos.

En primer lugar agradezco al D.M.V. Carlos Saenz por permitirme trabajar en este interesante tema, por haber establecido los enlaces necesarios para llevar a cabo la investigación y por su valiosa tutoría. A la PhD. Regina Belli por haber sido el primer paso en este largo camino ya recorrido. Al Ing. R. Høigjelle, por toda la logística proporcionada; al Ing. N. Valle por su estrecha colaboración en el trabajo de campo y apoyo logístico; así como al D.M.V. F. Aguirre por su directa cooperación en el levantamiento de la información primaria; al Ing. R. Gutiérrez por su valioso tiempo invertido en la actualización de la información de las fincas y por compartirla.

Nolan Hopmann

# Índice de Contenido

**Resumen**

**Summary**

**Introducción**

**Objetivos**

Objetivo general

Objetivos específicos

**Formulación de hipótesis**

Hipótesis generales

Hipótesis particulares

**Marco teórico**

Sistema de registro

Índices productivos y reproductivos

Necesidades, disponibilidad y meses críticos en la  
producción de pasto

Análisis y comparación de los datos

**Marco metodológico**

Método de abordaje del problema

Determinación del universo

Descripción de la muestra

Definición de variables, indicadores e índices

Variables

Indicadores

## **Índices**

**Selección de los programa informáticos y procedimientos estadísticos para el registro y análisis de la información**

**Programas informáticos utilizados**

**Procedimientos estadísticos**

## **Capítulo I Consideraciones sobre la producción primaria de carne vacuna en Nicaragua y su perspectiva en el mercado internacional**

**Contexto del mercado mundial y nacional de la carne vacuna**

**Precio de la carne en Nicaragua**

**Comportamiento del mercado mundial y nacional de la carne orgánica**

**Expectativas acerca del comportamiento a los alimentos orgánicos y naturales**

## **Capítulo II Resultados**

**Ubicación de las fincas estudiadas y clasificación del clima**

**Sistemas de producción**

**Resultados y discusión**

**Prueba de hipótesis para las vacas**

**Pastos**

## **Capítulo III Conclusiones y Recomendaciones**

## **Bibliografía**

## **Anexos**

## Resumen

Se comprobó si existían diferencias significativas en los índices productivos y reproductivos de dos fincas, una con sistema de producción de carne orgánica bovina y otra convencional, las causas y el momento de ocurrencia. Antes se creía que la producción convencional superaba a la orgánica en los índices reproductivos y productivos. Se concluye que las diferencias significativas encontradas son influenciadas por la disponibilidad y consumo de alimentos y no por el tipo de sistema productivo. El universo fue de 2135 animales de diferentes categorías y nivel de significación  $\alpha = 0,05$  para las pruebas de hipótesis. Variables evaluadas: en terneros: pesos y ganancias diarias (nacimiento, 205 días y 550 días) ajustados; edad al destete; fenotipo (BR y SI). En reproductoras: producción total de terneros, destetados, reemplazos, muertos antes del destete; intervalo entre partos; edad al primer parto. En fincas: eficiencia del hato, porcentajes de preñez, parición y destete. En pastos: productividad, periodos críticos en la producción. Se encontró diferencia significativa en: los machos y hembras en todas las variables analizadas, en cada finca los resultados para los fenotipos fueron opuestos y entre las fincas para machos o hembras solo hubo diferencia significativa en el peso al nacimiento ajustado y en edad al destete; entre fincas las reproductoras hubo diferencia en los reemplazos producidos. La productividad de pasto disminuye en diciembre, julio y septiembre y es casi nula entre abril y mayo. Se recomienda priorizar el suministro de alimentos de forma constante, en cantidad y de calidad en ambos sistema de producción.

**Palabras claves:** carne orgánica bovina, pruebas de hipótesis, índices productivos y reproductivos, fenotipos BR y SI, periodos críticos en producción de pasto, eficiencia del hato.

## Summary

It was tested if there were significant statistical differences in productive and reproductive indexes in two farms, one with a production system of organic bovine meat and the other a conventional product system, the causes and the occurrence time. Before this work it was believed that the conventional production was above the reproductive and productive organic indexes. We conclude that the significant differences found are influenced by the availability and consumption of feed and not by type of production system. The universe was 2135 animals in different categories and with significance level  $\alpha = 0,05$  for the test of hypotheses. Variables evaluated: on calves: adjusted weight and daily gain (at birth, 205 days and 550 days), weaning age; phenotype (BR and SI). In breeding: total production of weaned calves, replacements, dead before weaning; calving interval, age at first calving. In farms: herd efficiency, pregnancy, calving and weaning rates. In pastures: productivity, critical production periods. Significant statistical differences were found in: the males and females at all the analyzed variables, the phenotypes results in each farm were opposed, and between farm for males or females only significant difference at adjusted birth weight and weaning age; between the breeding farms there was just significant difference in replacements produced. The productivity of pasture decreases in December, July and September and turn to almost nill between April and May. It is recommended to prioritize the feed supply steadily in quantity and quality in both production system.

**Keywords:** organic bovine meat, tests of hypothesis, productive and reproductive indexes, phenotypes BR and SI, critical periods in the pastures production, herd efficiency.

## Introducción

La investigación da una perspectiva de la situación productiva y reproductiva tanto de sistemas de producción de carne vacuna orgánica como convencional, los datos obtenidos se analizaron y compararon para así comprobar si existe o no diferencia estadística.

En el presente trabajo definimos el término "finca orgánica" como la unidad de producción bovina certificada bajo las normas del Programa Orgánico Nacional del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (NOP del USDA por sus siglas en inglés), cuyo certificado es válido para comercializar un producto en el mercado norteamericano con el sello orgánico, que en este caso es la carne bovina. Así mismo se define como finca convencional a la finca no orgánica, en la cual el sistema de producción no es certificado bajo normas orgánicas de producción.

Se estudian variables relacionadas con la productividad y reproductividad de los animales, y cómo estos índices se ven afectados por la disponibilidad de pasto tomando en cuenta que es la única fuente de alimento en las explotaciones estudiadas y del 95% de las explotaciones ganaderas del país. De igual manera se determinó la producción de pastos a lo largo del año y en qué periodo es más probable que se den crisis en la disponibilidad de esta fuente de alimento.

El rubro de la ganadería bovina en Nicaragua es muy importante porque genera empleos e ingresos por exportación y por servir como proveedora de alimentos consumidos dentro del país. En Nicaragua, una nación con aproximadamente 5 millones de personas la ganadería genera unos 600 mil empleos permanentes y es una actividad que representó el 68% de toda la actividad pecuaria del país en el año 2005, a su vez aporta el 10% del PIB nacional según datos de la Dirección de Política Comercial Externa del Ministerio de Fomento, Industria y Comercio.

En el país no existen publicaciones que relacionen la producción orgánica y no orgánica nacional. Hasta inicios de 2007 no se había podido encontrar un solo documento sobre el tema que se aborda en este trabajo, ligado a la producción orgánica, por lo que se hace necesario producir y dar a conocer información útil y aplicable, que se genere con el fin de contribuir a la identificación de los problemas medulares en que los productores se deben concentrar para mejorar sus sistemas de producción.

La producción orgánica está creciendo a nivel mundial de forma que ya es atractiva incluso para grandes corporaciones alimenticias y es una tendencia productiva que ofrece muchas ventajas de mercado, en comparación con la no orgánica, Nicaragua es el primer país en Centroamérica, México y el Caribe con fincas certificadas para la producción de carne orgánica vacuna. En estos primeros años de experiencias en producción bovina orgánica certificada no se ha podido disipar el temor a lo desconocido, experimentado por muchos productores, quienes demuestran renuencia al cambio tecnológico aduciendo principalmente que el uso de insumos sintético-químicos para la sanidad animal es un factor determinante en los resultados productivos del hato y que dependen del uso de fármacos producidos industrialmente para ser viables, que esos productos en su mayoría son de uso restringido o prohibido en producción orgánica y se aduce que hasta el momento los sustitutos permitidos no son eficientes por lo que se puede esperar que la producción orgánica tenga malos resultados, por lo tanto resulta interesante verificar si se justifica ese temor.

En este trabajo no se incluyen aspectos económicos porque los productores tienen dificultad para brindar la información precisa y exacta; tampoco se incluye la parte sanidad animal porque consideramos la sanidad del hato como un asunto de prevención ligado al manejo y la idea es medir resultados productivos.



## OBJETIVOS

### Objetivo general

Comprobar que los sistemas de producción de carne vacuna orgánica y no orgánica son similares en la productividad y reproductividad.

### Objetivos específicos

- i. Implementar un sistema de registros que contenga los datos necesarios para estimar los índices productivos y reproductivos de cada sistema de producción.
- ii. Estimar los índices productivos y reproductivos de los dos sistemas de producción.
- iii. Calcular las necesidades de forraje, la disponibilidad de pasto e identificar los meses críticos para la producción del pasto usado en la alimentación del ganado.
- iv. Analizar y comparar los datos medidos y calculados (de los índices productivos y reproductivos) en sistemas de producción orgánicos y no orgánicos.

## Formulación de hipótesis

### HIPÓTESIS GENERALES

#### Productividad y reproductividad del hato

$H_0$ : No existe diferencia significativa entre los índices productivos y reproductivos encontrados en los sistemas de producción orgánica y convencional de carne vacuna.

$H_1$ : Existe diferencia significativa entre los índices productivos y reproductivos encontrados en los sistemas de producción orgánica y convencional de carne vacuna.

#### Disponibilidad de pasto

$H_0$ : No existe diferencia significativa entre la producción y productividad de pasto en ambas fincas (orgánica y convencional).

$H_1$ : Existe diferencia significativa entre la producción y productividad de pasto en ambas fincas (orgánica y convencional).

## HIPÓTESIS PARTICULARES

Dentro de cada finca se probó si había diferencias estadísticas entre los fenotipos más representativos encontrados, la prueba se hizo con animales menores de dos años, separada para grupos de machos y hembras. Se probó si los fenotipos eran similares en cuanto a peso al nacimiento ajustado, peso ajustado a los 205 días, ganancia diaria de peso ajustada a 205 días, peso ajustado a los 550 días, ganancia de peso a los 550 días. Por lo tanto:

$H_0: fBR = fSI.$

$H_1: fBR \neq fSI.$

Donde  $f$  es el fenotipo BR (Brahaman) y SI (Simbra) el fenotipo correspondiente.

La misma prueba se realizó entre la finca orgánica y convencional, pero se agruparon únicamente por el sexo y finca de procedencia.

$H_0: F1 = F2.$

$H_1: F1 \neq F2.$

Donde F1 es la finca orgánica y F2 la convencional.

De igual manera entre las fincas se compararon las estadísticas de las vacas y se probó si había diferencia significativa en: peso de la vaca, producción de terneros destetados, terneros lactantes, terneros de reemplazos, terneros vendidos, terneros muertos, total de terneros producidos, edad al primer parto y los índices reproductivos: intervalo entre partos, porcentaje de preñez, porcentaje de parición, porcentaje de destete. También se probó si había diferencia significativa en la eficiencia del hato y en la productividad de pasto.

$H_0: F1 = F2.$

$H_1: F1 \neq F2.$

Para cada indicador e índice se hizo una prueba separada para visualizar en qué se diferencian realmente.

## Marco teórico

### SISTEMA DE REGISTRO

Del total de productores a nivel nacional únicamente el cinco por ciento de ellos registra datos e información útil para el manejo de las fincas y no todos hacen uso de sus datos para tomar decisiones de manejo, además no existe uniformidad entre la información de una finca y otra por lo que no es posible hacer comparaciones. Las fincas donde se llevó a cabo la investigación están dentro del 95 por ciento de las fincas nicaraguenses que no registra información relevante para satisfacer los requerimientos de datos a usar en el manejo de las mismas y para la presente investigación.

La implementación de un sistema de registro proporciona procedimientos uniformes y precisos para el desarrollo de programas de manejo del hato lo que contribuye al mejoramiento de la calidad, eficiencia, aprovechamiento y sostenibilidad de la producción.

Una vez revisados los requerimientos en registros de las fincas y para el presente trabajo se procedió a consultar distintas metodologías para el manejo de la información y se determinó la elaboración del sistema de registro de animales basado en la: ***octava edición de las pautas que establece la Federation para el Mejoramiento de la Carne Vacuna (Beef Improvement Federation o BIF) de los Estados Unidos de Norteamérica, del año 1996.*** Esta federación se encarga de estandarizar programas y metodologías, así como crear mayor conciencia, aceptación y uso de conceptos de interpretación del desarrollo del ganado bovino, basándose para ello en investigaciones científicas y experiencias de la industria de la carne vacuna, obtenidas en este sector productivo desde hace más que treinta años.

Dado que estas pautas no son rígidas en su estructura de funcionamiento y aplicación, permiten que el ganadero adapte a sus necesidades los procedimientos propuestos de tal forma que registre únicamente los datos que le generen indicadores de su interés para tomar decisiones.

Los datos de los animales necesarios para satisfacer las necesidades del estudio son los siguientes:

**De los terneros:** identificación de cada animal, identificación de los padres, fecha de nacimiento, peso al nacimiento, sexo, fenotipo, cuando fuera el caso debía registrarse la edad al destete, peso al destete, fecha de pesaje, peso al año largo (550 días).

**De las vacas reproductoras:** para el caso de las vacas de primer parto nacidas en la finca se registraron todos los datos de los terneros y al resto de vacas reproductoras se les registró en cada periodo de tres meses, pero sólo se usaron los datos de la última prueba de 2006: el estado reproductivo, peso, número de terneros lactantes, terneros destetados, terneros para reemplazo, muertos, total de terneros producidos hasta ese periodo, intervalo entre partos, edad al momento de cada parto. En los casos de vacas adultas y no nacidas en la finca la edad aproximada se determinó mediante cronología dentaria.

Para los fines del presente estudio la información de los toros reproductores y los detectores de celo se limitó a su conteo y al registro del peso de los mismos.

La formación de grupos contemporáneos estándares es necesaria para establecer comparaciones incluso entre los animales de una misma finca, debido a que toda medición que se haga de un animal es una observación de su fenotipo, sin embargo, no toda la superioridad o inferioridad para una característica es causada por el genotipo, en parte se deben también a las circunstancias ambientales incluidas las de manejo. La superioridad o inferioridad de un animal depende, además del potencial genético que pueda tener, de las condiciones ambientales en las que se desarrolla y dentro de éstas hay variables como el año, época del año en la que nació, edad al destete, acceso a nutrientes, capacidad de amamantar de la vaca, etc.

Una evaluación genética bovina es compleja, pero la premisa básica inicial es simple: el comportamiento de cada animal es evaluado en base a cómo se desempeña en comparación con sus similares en el hato y bajo las mismas condiciones ambientales, es decir, qué tan bien se desempeña cada animal en un grupo de animales que tienen similares oportunidades de desarrollo, debido al manejo del hombre y su entorno ambiental. Los grupos contemporáneos en la evaluación genética bovina son una explicación tentativa de los efectos ambientales, de modo que, los efectos de las restantes diferencias entre los animales estén relacionadas más estrechamente con la heredabilidad.

## ÍNDICES PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS

Para lograr el objetivo general propuesto para este trabajo se seleccionaron las variables de referencia que conceptualmente más se acercan a la descripción productiva y reproductiva de cada sistema de tal forma que permita establecer comparaciones entre ellas, estas variables han sido encontradas en la bibliografía y han sido usadas (por otros investigadores de y en otros países) en estudios de caracterización, análisis económicos y de gestión de sistemas de producción ganadera. Como se ha de suponer, debido a que las variables de referencia se tomaron con base en estudios realizados en países con entornos de producción distintos al de Nicaragua, algunas de éstas se han descartado porque no son aplicables o se han adaptado al contexto nacional.

**Castaldo (2003)** en su tesis doctoral de caracterización de los sistemas de producción bovina encontró un total de trece variables ganaderas físicas y siete de intensificación, de ellas se eligieron algunas para ser usadas en este estudio y se complementarán con las que **García (2007) et al.** utilizan en su libro virtual de economía y gestión, mas algunos indicadores productivos y reproductivos que propone la **BIF**. De la selección de variables encontradas tanto por Castaldo (2003), como por García (2007) *et al.* para cumplir con el objetivo general se pretende comparar las variables, indicadores e índices:

Variables Ganaderas físicas:

- i. Superficie total de la explotación (ST) Expresa la dimensión total de la explotación en hectáreas y según (Pamio, 2000) citado por el mismo Castaldo (2003). Incluye la superficie productiva ganadera y agraria, además de aquellas áreas no productivas. Permite visualizar la disponibilidad del recurso tierra y su capacidad productiva.
- ii. Superficie ganadera (SG) Expresa la utilización de cada uno de los predios o lotes en que está subdividida la explotación (Torroba, 1983) citado por Castaldo (2003). Para el presente trabajo se definirá como la cantidad de hectáreas de la superficie total de la explotación (ST) que es utilizada exclusivamente para la actividad ganadera, no incluye las áreas consideradas agrícolas (aunque sean usadas por la actividad ganadera) destinadas a la producción de forraje para henificar, ensilar, hacer bancos de proteínas ni pastos o forrajes de corte servidos fuera del potrero donde originalmente se producen.
- iii. Pasturas (PS) indica la cantidad de hectáreas ganaderas de la explotación que están cubiertas por este tipo de cultivo. Para el presente estudio se

llamará áreas de pasturas y se definirá como cantidad de hectáreas de la superficie ganadera destinadas a la producción de pastos en los que se realiza pastoreo directo.

- iv. Porcentaje de pasturas (PP) expresa el porcentaje de la superficie ganadera cubierta por pasturas perennes. Dado que en contexto local, en la mayoría de los potreros también hay malezas que no son consumidas por el ganado la variable porcentaje de pastura se replanteará de la siguiente forma: Superficie efectiva de pasto y se definirá como la cantidad de hectáreas resultantes de la diferencia de las áreas de pasturas menos el área que ocupan las malezas no consumidas por el ganado.
- v. Número total de animales (TA) es el número de cabezas que hay en la explotación a lo largo del año. Se calcula promediando el total de animales de cada inventario.

#### Variables de intensificación:

- i. Producción total de carne (PT) Expresa la producción total de carne de la explotación, calculada según la descripción de A.A.C.R.E.A. (1974), Torroba (1983), INTA (1997). Se define como la suma entre la diferencia de inventarios (final e inicial) y la diferencia entre ventas y compras. Para facilitar los cálculos y adaptar esta variable al contexto nacional la producción total de carne (PT) se planteará como Producción real de carne para la venta y se definirá como el equivalente al sesenta por ciento del peso vivo de todos los animales destinados al sacrificio, comúnmente en Nicaragua es aceptado este rendimiento promedio de canal incluyendo vísceras y partes comestibles localmente.
- ii. Producción de carne por hectárea (PT\_H) se genera dividiendo la producción de carne por la superficie utilizada para esta actividad; es decir la superficie ganadera. Tiene el propósito de hacer comparable la producción de carne entre establecimientos. Para el presente estudio se generará como el cociente de la producción real de carne para la venta entre la superficie efectiva de pasto.
- iii. Ganancia diaria de peso (GDP) expresa el engorde diario promedio de toda la explotación y es el cociente entre la producción por animal y el número de días anuales (365). Para los fines del presente estudio comprenderá la ganancia diaria desde el nacimiento hasta 205 días de edad y desde los 205 días de edad hasta los 550 días de edad con las correcciones para la edad de madre que propone la BIF.
- iv. Carga animal (CA) es un índice que determina la capacidad productiva de una explotación. Relaciona la cadena de forraje con la cantidad de animales que soporta. Pamio (2000) citado por Castaldo (2003) la expresa en

diferentes unidades: número de animales (cabezas), kg de peso vivo o equivalente vaca. Todos por hectárea ganadera. Por las características de las explotaciones estudiadas, que son de ciclo completo, es decir abarcan desde la cría hasta el engorde para el sacrificio, en esta variable se incluirán todos los animales que conforman el hato ganadero de cada finca.

- v. Eficiencia de stock (EFS) expresa los kilogramos de carne producidos por cada 100 kilogramos de animales que se posee en la explotación (Pamio, 2000, citado por Castaldo, 2003). Permite conocer la velocidad de rotación de las existencias y la eficiencia de conversión que tienen los animales. Surge del cociente entre la producción total de carne (PT) y la existencia media anual en kilogramos (EM) o por el cociente de (PT) y la carga media anual en kilogramos (CMA). En ambos casos expresados en porcentaje. Por las características de las explotaciones estudiadas, que son de ciclo completo, es decir abarcan desde la cría hasta el engorde para el sacrificio, esta variable se planteará como eficiencia del hato y por su enfoque productivo de carne, la variable será expresada en tanto por ciento, es el cociente de los kilogramos de carne producidos en una hectárea de pasto en un año y el peso promedio de los animales que pastan sobre una hectárea de pasto en un año.

García (2007) et al. proponen las variables similares a las de Castaldo (2003) y una que éste no menciona, que entra en la categoría de variables físicas ganaderas (medida de eficiencia de las actividades): Porcentaje de destete.

En resumen:

**Variables Ganaderas físicas:** superficie total de la explotación, superficie ganadera, pasturas, porcentaje de pasturas, número total de animales.

**Variables de intensificación:** producción total de carne, producción de carne por hectárea, ganancia diaria de peso, carga animal, eficiencia de stock.

García (2007) et al. propone las variables similares a las de Castaldo (2003) y una que éste no menciona, que entra en la categoría de variables físicas ganaderas (medida de eficiencia de las actividades). Se añaden variables e indicadores para evaluar las diferentes etapas que se presentan en el proceso productivo y reproductivo de las explotaciones ganaderas estudiadas que permitan visualizar en qué momento se dan las diferencias, si las hay, entre los dos sistemas de producción, algunas variables se encuentran en las ya mencionadas en el trabajo



de Castaldo (2003) pero se amplían las que se presentan a continuación, están basadas en las pautas de la BIF (1996).

**Productivas:** peso al nacimiento ajustado a la edad y raza de la madre al momento del parto, peso ajustado a los 205 días, ganancia diaria peso ajustada para la edad de la madre al momento del destete, a 205 días de edad del ternero, peso ajustado a los 550 días, ganancia de peso a los 550 días.

**Reproductivas:** edad al primer parto, intervalo entre partos, porcentaje de preñez, porcentaje de parición, porcentaje de destete.

## NECESIDADES, DISPONIBILIDAD Y MESES CRÍTICOS EN LA PRODUCCIÓN DE PASTO

Determinar las necesidades de pasto en un hato cuya alimentación depende casi exclusivamente de este recurso implicaría realizar un análisis bromatológico, al menos para cada variedad de pasto presente en la finca y de preferencia en cada potrero. Sin embargo, existen métodos que sirven de referencia para estas estimaciones, aunque obviamente no son muy precisos en cuanto a la calidad alimenticia ingerida por los animales, Takagi (2006) recomienda una ingesta diaria de pastos equivalente al 12 por ciento del peso vivo del animal en base fresca y 3 por ciento en base seca más complementos proteínicos diversos y de sales minerales, por lo que basta conocer el peso vivo de todo el hato presente en la finca para estimar sus necesidades de pasto.

Varios estudios realizados por la FAO indican que las relaciones entre los cultivos, clima, agua y suelo son complejas, en esas relaciones se dan procesos biológicos, fisiológicos, físicos y químicos. La relación entre el rendimiento del cultivo y el suministro de agua puede determinarse cuando es posible cuantificar, por una parte, las necesidades de agua del cultivo y los déficit de agua, y por otra, el rendimiento máximo o potencial del cultivo y el rendimiento real. El déficit de agua en los campos cultivados tienen un efecto sobre la evapotranspiración y, por lo tanto, sobre los rendimientos.

Cuando no se atienden completamente las necesidades de agua de los cultivos, el déficit de agua en las plantas puede llegar hasta el punto en que se vean afectados el crecimiento y los rendimientos. La manera en que el déficit de agua afecta el rendimiento varía con la especie considerada y con el período vegetativo. El efecto del agua sobre los rendimientos se cuantifica mediante un factor de rendimiento que relaciona la disminución de los rendimientos con el déficit hídrico.

Según Jensen (1983) citado por Ortega-Farias (2001) et al. el principal objetivo de la programación del riego es proveer, en forma oportuna, la cantidad de agua apropiada a la planta para prevenir pérdidas de rendimiento y calidad de los productos agrícolas. Para determinar la cantidad óptima de agua a aplicar durante el riego se deben conocer los requerimientos hídricos de los cultivos, los cuales dependen de la interacción entre el clima (temperatura, velocidad del viento, radiación solar, humedad relativa y pluviometría), suelo (textura y propiedades físico-hídricas), y características propias de la planta (variedad, porcentaje de cobertura del cultivo, sistema radical, etc.)

Dado que existe una relación directa entre las precipitaciones, la disponibilidad y producción de pasto, éstas serán estimadas mediante la relación directa que tiene el factor precipitación, su relación con el suelo y el pasto, para eso se ha decidido usar el cálculo de la evapotranspiración potencial mediante el método FAO Penman-Monteith, a partir del cual se estimarán las demandas y ofertas de humedad con las que los pastos cuentan para expresar su potencial productivo.

Según Allen y otros (1998) con el método FAO Penman-Monteith se pueden obtener los requerimientos de humedad atmosféricos y del cultivo, de hecho se pueden estimar las necesidades de riego y con base en eso realizar una programación completa de riego ya sea en periodos menores a una semana o para periodos de un año, sin embargo, para alcanzar la máxima precisión que el método ofrece, el monitoreo de los factores meteorológicos debe realizarse a diario. En la publicación de la Serie de Riego y Drenaje de la FAO No 33 se presenta una función lineal sencilla para describir la relación entre el uso del agua por el cultivo y la productividad, útil para predecir la reducción en la productividad del cultivo cuando el estrés hídrico es inducido por la falta de agua en el suelo. Estas serían las condiciones ideales para usar el método FAO Penman-Monteith, pero en la práctica no siempre es posible disponer de un monitoreo diario o la mayoría de los parámetros no están disponibles en la estación meteorológica de referencia.

Con el cálculo de la evapotranspiración fue posible determinar el periodo en que el pasto alcanza el estrés hídrico y el punto de marchitez permanente, así se obtiene una aproximación a la cantidad y periodo en que se debería aplicar riego. En esta aproximación no se toma en cuenta la humedad presente en el suelo en periodo (diario) pero para fines prácticos puede utilizarse; esta aproximación no corresponde a lo que recomienda la guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos pero concuerda con lo que muchos cálculos de dosis de riego orientan e incluso con la simulación del programa informático CROPWAT desarrollado por la misma FAO. En este caso la aproximación realizada con el método FAO Penman-Monteith puede ser útil por ejemplo para el manejo de los potreros ya que muestra los periodos en los que el pasto tiene mayor probabilidad de ser más productivo; esto a su vez se puede usar para decidir en que momento se deben realizar cortes, aumentar las cargas por potreros, disminuirlas o prolongar el periodo de descanso.

Cuando no fue posible completar los parámetros necesarios para el cálculo de evapotranspiración por el método FAO Penman-Monteith se recurrió al método desarrollado por Hargreaves y Samani (1985).

## ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LOS DATOS

El estudio se efectuó con dos poblaciones, la primera compuesta por bovinos presentes en la finca orgánica y la segunda población conformada por los bovinos de la finca convencional. Los datos evaluados fueron recopilados en tres años, 2004 año base, 2005 y 2006 por la naturaleza heterogénea de la población objeto de estudio, bovinos, las poblaciones se dividieron en estratos o categorías que facilitarán el análisis de sus estadísticas.

En dependencia del tipo de variable, las hipótesis se probarán estadísticamente mediante la inferencia estadística, que es el procedimiento por medio del cual se llega a inferencias de una población mediante los resultados que se obtienen a partir de una muestra extraída de esa población según Daniel (1999).

- Prueba de hipótesis referente a dos proporciones poblacionales para las variables porcentaje de preñez, porcentaje de parición, porcentaje de destete y eficiencia del hato.
- Prueba de hipótesis de las varianzas de dos poblaciones normales, hipótesis productivas y reproductivas (crías y vacas), para las variables de las crías: peso al nacimiento ajustado para la edad y fenotipo de la madre al momento del parto, edad al destete, peso a los 205 días ajustado para la edad de la madre al momento del destete, ganancia diaria a los 205 días ajustada, peso a los 550 días ajustado, ganancia diaria a los 550 días ajustada. Para las variables de las vacas: peso actual, total de terneros destetados, producción de reemplazos, terneros muertos antes del destete, producción total de terneros, intervalos entre partos y edad al primer parto. La misma prueba se efectuará con la disponibilidad de pasto y en este caso la muestra corresponderá a la producción mensual de pasto.
- El resto de las variables únicamente se compararán entre las fincas debido a que solo se trabajó con dos poblaciones y tienen carácter informativo respecto de los recursos disponibles en cada sistema productivo y sobre su explotación, por lo que no permiten análisis estadísticos.

## **Marco metodológico**

### **MÉTODO DE ABORDAJE DEL PROBLEMA**

Es una investigación no experimental cuantitativa, y se realizó usando partes originales de varios métodos de abordaje de problemas similares o adaptaciones de los mismos, adaptaciones que fueron necesarias para poder usar esos métodos en el contexto nicaragüense y principalmente para cumplir con los objetivos que se pretendieron alcanzar con este trabajo. Básicamente el método de investigación es un análisis productivo y reproductivo de explotaciones agropecuarias. Debido a la naturaleza de investigación cuantitativa no experimental y principalmente por la escasez de datos relevantes que facilitarían la consecución del objetivo general de este trabajo, la presente investigación se abordó como una investigación de campo. Como instrumento de apoyo se utilizó la observación sistemática respaldada por la implementación de un sistema de registro, mediciones y muestreos tanto en los animales como en el pasto.

## DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO

El universo está compuesto por dos mil ciento treinta y cinco (2,135) registros recopilados de las fuentes primarias, en las fincas, tanto la de producción orgánica como convencional, correspondientes a los años 2004, 2005 y 2006; divididos en las siguientes categorías:

*Tabla 1: Categoría del ganado*

<b>Categorías</b>	<b>Finca orgánica</b>	<b>Finca convencional</b>
Terneros lactantes (machos y hembras)	226	142
Destetados y de desarrollo (machos y hembras)	141	252
Vacas preñadas	269	149
Vacas paridas	226	142
Vacas horras	351	237
Totales	1213	922

### Descripción de la muestra

Para las pruebas de hipótesis referente a dos proporciones poblacionales para las variables porcentaje de preñez, porcentaje de parición, porcentaje de destete se utilizó una muestra de 101 vacas de la finca orgánica y 165 en la finca convencional este tamaño muestral se utilizó como constante en las pruebas realizadas para los años 2004, 2005 y 2006. En el caso de la eficiencia del hato por ser una variable que implica a todo el hato se usó la población total de cada finca para cada año, así en el año 2004 en la finca orgánica se usó  $n_1 = 496$  y en la finca convencional  $n_2 = 343$ ; en el año 2005  $n_1 = 417$  y  $n_2 = 329$ ; en el año 2006  $n_1 = 315$  y  $n_2 = 287$ .

En las pruebas de hipótesis de las varianzas de dos poblaciones normales, hipótesis productivas y reproductivas (crías y vacas), para las variables de las crías: peso al nacimiento ajustado para la edad de la madre, edad al destete, peso a los 205 días ajustado para la edad de la madre, ganancia diaria a los 205 días ajustada, peso a los 550 días ajustado, ganancia diaria a los 550 días ajustada, se realizaron primero dentro de cada finca y luego entre ambas, también se estratificaron atendiendo al sexo de los individuos y a los fenotipos más representativos BR y SI con el objetivo de probar si las varianzas entre los fenotipos eran iguales. Además las variables evaluadas permiten visualizar en qué etapa de la producción se presentan las desigualdades entre los fenotipos y así mismo entre las fincas. La siguiente tabla muestra la composición de las muestras dentro y entre fincas:

*Tabla 2: Composición de la muestra*

SexoMachos	Orgánica				Convencional			
	Hembras		Machos		Hembras			
Fenotipo	BR	SI	BR	SI	BR	SI	BR	SI
Muestra en cada finca	38	14	40	11	9	45	12	42
Muestra entre fincas	51		56		53		53	
Totales	103		107		107		107	

Para las variables de las vacas: peso actual, total de terneros destetados, producción de reemplazos, terneros muertos antes del destete, producción total de terneros, intervalos entre partos y edad al primer parto se utilizó una muestra de 101 vacas provenientes de la finca orgánica y 165 de la finca convencional. La misma prueba se efectuó con la producción de pasto en las fincas (en toneladas métricas por mes).

## DEFINICIÓN DE VARIABLES, INDICADORES E ÍNDICES

VARIABLES:

**Edad al destete:** expresada en días, es la edad que tiene un ternero cuando deja de ser amamantado, como referencia se usa una edad de 205 días para destetar terneros en explotaciones dedicadas a la producción de carne.

**Edad al primer parto:** expresada en años, es la edad a la que la vaca tiene su primer parto.

**Fenotipo:** Manifestación visible del genotipo en un determinado ambiente.

**Número total de animales:** es el número de cabezas que hay en la explotación a lo largo del año. Se calcula promediando el total de animales de cada inventario.

**Peso actual de la vaca:** expresado en kilogramos, es el peso de la vaca, medido en el mes de agosto para establecer comparaciones reproductivas entre las fincas. Se menciona el mes de agosto para que se tenga en cuenta la disponibilidad de alimento (pasto) en esa época y que el peso no es un peso promedio registrado a lo largo del año.

**Peso a los 205 días ajustado para la edad de la madre:** en kilogramos, peso de los terneros destetados a una edad base, aproximada a los 205 días y corregido para edad real de destete (en días) y la edad de la madre del ternero.

**Peso a los 550 días ajustado:** en kilogramos, tiene similitud con peso a los 550 días, pero para su estimación toma en cuenta el peso a los 205 días ajustado para la edad de la madre.



**Peso a los 550 días:** en kilogramos, también conocido como peso al año largo, es la edad recomendada para evaluar a los animales alimentados únicamente con pastos y baja o nula suplementación mineral, se usa para establecer comparaciones de peso al año entre animales con diferencias significativas en el contenido energético de sus dietas, debido a la influencia que esto tiene en el desarrollo de los animales. También se le conoce como peso al año largo: y se define como el peso de un ternero de aproximadamente 452, ó, 550 días de edad, recomendado por la BIF, según su alimentación sea basada en una combinación de pastos y concentrados o sólo pastos y poca o nula suplementación mineral respectivamente.

**Peso al destete:** expresado en kilogramos, es el peso que alcanza un ternero al momento de ser destetado.

**Peso al nacimiento:** en Kilogramos, es el peso de un ternero, se debe registrar en el momento que ha nacido.

**Producción de reemplazos:** generalmente son crías producidas por una vaca, seleccionadas para reemplazar bien sea a las vacas reproductoras, toros reproductores o de exposición.

**Sexo:** Condición orgánica, masculina o femenina, de los animales.

**Superficie total de la explotación:** Expresa la dimensión total de la explotación en hectáreas e incluye la superficie productiva ganadera y agraria, además de aquellas áreas no productivas.

**Terneros muertos antes del destete:** son todos los terneros que de una vaca se han muerto antes de ser destetados.

Indicadores:

**Áreas de pastura:** cantidad de hectáreas de superficie ganadera destinadas a la producción de pastos en la que se realiza pastoreo directo.

**Carga animal:** determina la capacidad productiva de una explotación. Es la relación entre la cadena de forraje con la cantidad de animales que soporta. Expresada en diferentes unidades: número de animales (cabezas), kg de peso vivo o unidades ganaderas, todos por hectárea ganadera. Por las características

de las explotaciones estudiadas en esta variable se incluirán todos los animales que conforman el hato ganadero de cada finca.

**Ganancia diaria de peso al destete:** en kilogramos, es el promedio de la ganancia por día que alcanza un ternero desde su nacimiento hasta su destete.

**Ganancia diaria de peso a los 205 días ajustada para la edad de la madre:** Ganancia diaria (en  $\text{kg}\cdot\text{día}^{-1}$ ) de los terneros o novillos con peso ajustado a los 205 días.

**Ganancia diaria de peso a los 550 días ajustada:** ganancia diaria de peso (en  $\text{kg}\cdot\text{día}^{-1}$ ) de los terneros o novillos desde los 205 hasta los 550 días de edad, es usado para determinar la ganancia de peso diaria de los animales alimentados sólo con pastos y poca o nula suplementación mineral.

**Intervalo entre partos:** número de días transcurridos entre un parto y el siguiente.

**Producción de carne por hectárea:** es el cociente de la producción real de carne para la venta entre la superficie efectiva de pasto.

**Productividad de pasto:** es la producción de pasto en toneladas métricas por hectárea.

**Producción real de carne:** es el equivalente al sesenta por ciento del peso vivo de todos los animales destinados al sacrificio, comúnmente en Nicaragua es aceptado este rendimiento promedio de canal incluyendo vísceras y partes comestibles localmente.

**Producción total de terneros:** son todos los terneros que una vaca ha producido hasta el momento en que se registra este dato, incluye los reemplazos, vendidos, lactantes, destetados y muertos.

**Superficie efectiva de pasto:** es la cantidad de hectáreas resultantes de la diferencia de las áreas de pasturas menos el área que ocupan las malezas no consumidas por el ganado.

**Superficie ganadera:** es la cantidad de hectáreas que de la superficie total de la explotación es utilizada exclusivamente para la actividad ganadera, no incluye las áreas consideradas agrícolas (aunque sean usadas por la actividad ganadera) destinadas a la producción de forraje para henificar, ensilar, hacer bancos de proteínas ni pastos o forrajes de corte servidos fuera del potrero donde originalmente se producen.

Índices:

**Eficiencia del hato:** expresado en tanto por ciento, es el cociente de los kilogramos de carne producidos en una hectárea pasto en un año y el peso promedio de los animales que pastan sobre una hectárea de pasto en un año.

**Porcentaje de destete:** expresado en tanto por ciento, es el cociente del total de crías nacidas y el número que de ellas se logran destetar. También conocido como porcentaje de sobrevivencia de terneros o destete efectivo.

**Porcentaje de parición:** expresado en tanto por ciento, es el cociente del total de hembras diagnosticadas preñadas y el total de hembras que de éstas paren.

**Porcentaje de preñez:** expresado en tanto por ciento, es el cociente del número total de hembras aptas para la reproducción y el total de hembras diagnosticadas preñadas.

**Producción anual de pasto por hectárea:** es el promedio de la producción de pasto que produce una hectárea en un año, se expresa en toneladas métricas por hectárea por año.

**Producción mensual de pasto por hectárea:** es el promedio de la producción de pasto que produce una hectárea en un mes específico, se expresa en toneladas métricas por hectárea por mes.

# SELECCIÓN DE LOS PROGRAMA INFORMÁTICOS Y PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS PARA EL REGISTRO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

## Programas informáticos utilizados

Registro y análisis de datos: Open Calc. 2.1.

Análisis de datos: SPSS 13.0.

## Procedimientos estadísticos

De las pruebas de hipótesis referente a dos proporciones poblacionales Daniel (1999) dice que la prueba que se usa más frecuentemente con relación a la diferencia entre las proporciones de dos poblaciones es aquella en la que la diferencia entre ambas proporciones es igual a cero cuando se quiere demostrar  $H_0: P_1 = P_2$ , pero esto no nos brinda más información, no permite saber si esa diferencia es igual a otro valor y además no se pueden efectuar pruebas unilaterales o bilaterales que sí son posibles al utilizar el estadístico de prueba  $z$  que sigue una distribución aproximadamente normal cuando la hipótesis  $H_0: P_1 = P_2$  se cumple.

Para usar  $z$  se deben asumir ciertas modificaciones, considerando que se cumple  $H_0: P_1=P_2$ , es decir, que no hay diferencias entre los parámetros poblacionales se puede obtener una estimación de la proporción poblacional mediante:

$$p = \frac{n_1\hat{p}_1 + n_2\hat{p}_2}{n_1 + n_2}$$

Ecuación 1: Proporción poblacional.

La distribución muestral de la diferencia de proporciones se distribuye aproximadamente normal con media y varianza dadas por:

$m_{p_1-p_2} = 0$   $s^2_{p_1-p_2} = pq(1/n_1+1/n_2)$  (los  $p$  de los subíndice tienen sombrero)  $\hat{p}_1 \hat{p}_2$

$$\sigma_{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}^2 = \hat{p}\hat{q}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)$$

Ecuación 2: distribución muestral de la diferencia de proporciones.

Por lo tanto la estadística de prueba esta dada por:

$$Z = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) - (P_1 - P_2)}{\sqrt{\hat{p}\hat{q}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

Ecuación 3: estadística de prueba para diferencia de proporciones.

N(0, 1) Los valores críticos de la distribución normal z cuando  $\alpha = 0,05$  son - 1,96 y 1,96.

Pruebas de hipótesis de las varianzas de dos poblaciones normales:

Daniel (1999), sostiene que las decisiones referidas a la comparabilidad de las varianzas de dos poblaciones se basan por lo general en la prueba de la relación de varianzas, que es una prueba de hipótesis de las varianzas de dos poblaciones normales, que es una prueba de la hipótesis nula que indica que las varianzas de dos poblaciones son iguales. Cuando se hace esta prueba lo que se está probando es que su relación es igual a 1.

Cuando se trata de comparar las varianzas se utiliza la variable  $F = S_1^2/S_2^2$ , que como se sabe está relacionada con la distribución F con  $(n_1-1, n_2-1)$  grados de libertad.

Se recomienda colocar siempre en el numerador la varianza muestral asociada a la varianza poblacional mayor, esto es:

- Si  $H_1: \sigma_1^2 > \sigma_2^2$  La estadística de prueba se toma como  $F = S_1^2/S_2^2$ .
- Si  $H_1: \sigma_2^2 > \sigma_1^2$  La estadística de prueba se toma como  $F = S_2^2/S_1^2$ .
- Si  $H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$  La estadística de prueba se toma de tal manera que la mayor de las varianzas muestrales aparezca en el numerador.

Las tablas de la distribución F generalmente proporcionan los puntos de la cola superior de la distribución F así que para encontrar valor de la cola inferior, debe utilizarse:

$$f_{1-\alpha/2; n_1-1, n_2-1}$$

Donde  $f$  es el valor tabulado de  $F$ .

El sistema de registro de animales implementado en las fincas donde se realizó el estudio no partió completamente desde cero debido a que en las fincas se registraba cierta información y posteriormente se consolidó la práctica con el programa de certificación de carne orgánica el cual exigía que se registrara alguna información de los terneros a certificar, en esa información lo más importante para el registro propiamente de los animales incluía:

- El número de identificación de la cría, conforme el uso y la práctica de cada finca, la numeración no está regulada en Nicaragua, por lo que el número puede responder a una secuencia de todos los animales inventariados en la finca sin tomar en cuenta otra información o podría contener dígitos que identifican el año de nacimiento más la secuencia en el inventario u otra codificación.
- Peso al nacimiento de la cría, en kilogramos.
- Fecha de nacimiento del ternero.
- Identificación de los padres del ternero.
- Finca de procedencia.
- Sexo y color de pelo.

Los datos de los animales necesarios para satisfacer las necesidades del estudio se ampliaron a los siguientes:

**De los terneros:** identificación de los padres, fecha de nacimiento, peso al nacimiento, sexo, raza, cuando fuera el caso debía registrarse la edad al destete, peso al destete, fecha de pesaje, peso al año largo (550 días).

**De las vacas reproductoras:** para el caso de las vacas de primer parto nacidas en la finca se registraron todos los datos de los terneros y al resto de vacas reproductoras se les registró para cada periodo de tres meses: el estado reproductivo, el peso, el número de terneros lactantes, terneros destetados, terneros para reemplazo, vendidos, muertos, total de terneros producidos hasta ese periodo, días entre partos, edad al momento de cada parto, en los casos de vacas adultas y no nacidas en la finca la edad aproximada se determinó mediante cronología dentaria.

Para los fines del presente estudio la información de los toros reproductores y los detectores de celo se limitó a su conteo y al registro del peso de los mismos.

Siguiendo las recomendaciones de la BIF, con los terneros se formaron grupos contemporáneos atendiendo a las siguientes variables cualitativas:

- Finca de procedencia.
- Sexo del animal.
- El fenotipo del individuo.
- Año y trimestre de nacimiento. El manejo es similar para todos los terneros excepto para los de exposición que complementan su dieta con concentrados y otros productos y esto es una práctica exclusiva del sistema de producción convencional.

Una vez hechos los grupos homogéneos se estandarizaron los pesos al nacimiento de cada ternero usando los coeficientes de ajustes para la edad al parto específico y la raza de la madre de cada cría. De igual forma se procedió con los pesos al destete, ajustado a los 205 días y se calculó la ganancia diaria de peso y la ganancia diaria ajustada a los 205 días, así como el peso ajustado al año largo (550 días de edad) y la ganancia ajustada a los 550 días de edad; la BIF recomienda tres formas para ajustar el peso al año, en la primera el animal debe ser pesado a los 365 días de edad o próximos a esta edad y es recomendado para animales alimentados con altos contenidos energéticos en sus dietas (Feed Lot); en la segunda el animal se debe pesar a una edad aproximada de 452 días y se recomienda efectuarla cuando la dieta del animal tiene un contenido energético moderado (además de forraje se proporcionan concentrados complementarios); la tercera forma es pesando al animal a una edad cercana a los 550 días de edad o año largo, esta es la manera recomendada para animales con dietas basadas solamente en pasto y con poca o nula suplementación.

A continuación se presentan las fórmulas utilizadas para efectuar los ajustes de pesos para poder establecer comparaciones entre los distintos grupos homogéneos:

Ecuación N° 4

*Peso al nacimiento ajustado = P<sub>snac</sub> · FDA*

Donde:

P<sub>snac</sub>. es el peso al nacimiento.

FDA factor de ajuste debido a la edad de la madre al momento de parir esta cría.

Ecuación N° 5

$$\text{Pesoajustado a 205 días} = \frac{\text{PsDDT} - \text{Psnac}}{\text{EDDT en días}} * 205 \text{ ? } \text{Pesoal nacimientoajustado}$$

Donde:

PsDDT: peso al destete.

Psnac: peso al nacimiento.

EDDT: es la edad al destete medido en días.

Ecuación N° 6

$$\text{Pesoal año largo} = \frac{\text{Ps a 550 días} - \text{PsDDT}}{\text{N° de días entre pesajes al destete y al año largo}} * 345 \text{ ? } \text{el Psadj a 205 días}$$

Donde:

Ps a 550: peso a los 550 días.

Ps DDT: peso al destete.

Psadj a 205 días: es el peso a los 205 días ajustado para la edad de la madre al momento del destete.

Tabla 3: Categorías de edades para vacas

Clasificación de la edad de la vaca	
Rango de edad de la vaca en días	Edad de la vaca en años
Menos de 1,004	2
1,004 a 1338	3
1,339 a 1703	4
1,704 a 3,561	5 a 9
3,562 a 3,926	10
3,927 a 4,292	11
4,293 a 4,657	12
Más de 4,657	13

Adaptado de BIF Guidelines, chapter 3<sup>rd</sup> p. 17, 8<sup>th</sup> edition, 1996.



Tabla 4: Ajustes estandarizados BIF para pesos de terneros

Edad de la madre en años al parir la cría	Peso al nacimiento sumar (en kg)	Peso al destete (kg)	
		<i>Machos</i>	<i>Hembras</i>
2	3.64	27.27	24.55
3	2.27	18.18	16.36
4	0.91	9.09	8.18
5 a 10	0	0	0
Más de 11	1.36	9.09	8.18

Adaptado de BIF Guidelines, appendix 3.1, p 120, 8<sup>th</sup> edition, 1996.

La edad de algunas de las vacas se determinó por cronología dentaria y el promedio del intervalo entre parto se calculó con los partos conocidos.

Debido a lo marcado de los períodos secos y de lluvia en la zona del Pacífico nicaragüense y al no realizar otras practicas de manejo más que el corte de maleza, la regeneración del pasto y su disponibilidad dependen principalmente de la correlación que se produce entre la lluvia, el suelo y los pastos. Sin embargo, aun cuando se producen precipitaciones, no siempre son aprovechadas por las plantas bien sea porque son insuficientes y se evaporan antes que lleguen a las raíces, son retenidas por el suelo con demasiada fuerza o porque son demasiado abundantes y no permiten la correcta aireación de las raíces impidiendo así la absorción del agua. Por lo tanto, es necesario conocer el comportamiento que tienen estos factores para determinar los periodos potencialmente críticos para la producción de biomasa forrajera de buena calidad. En el presente trabajo se ha decidido usar el cálculo de la evapotranspiración potencial para analizar la relación entre las precipitaciones de lluvia, el suelo y los pastos; el método utilizado es el FAO Penman-Monteith por ser el método propuesto como estándar para calcular la evapotranspiración del cultivo de referencia  $ET_0$  con lo que posteriormente se determinó la evapotranspiración del cultivo (en este caso los pastos) utilizando los coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) que relacionan la  $ET_c$  con la  $ET_0$ . Y luego la  $ET_c$  se ajustó para las condiciones de cultivo no estandarizadas en las que se encuentran los cultivos de pasto destinados para la alimentación del ganado, usando un coeficiente de estrés hídrico.

Ecuaciones usadas para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo:

Ecuación N° 7 (Presión atmosférica)

$$P = 101,3 \left( \frac{293 - 0,0065 z}{293} \right)^{5,26}$$

Donde:

P presión atmosférica [kPa]

z elevación sobre el nivel del mar [m]

Ecuación N° 8 (constante psicrométrica)

$$\gamma = \frac{c_p P}{\varepsilon \lambda} = 0,665 * 10^{-3}$$

Donde:

? constante psicrométrica [kPa °C<sup>-1</sup>]

P presión atmosférica [kPa]

? calor latente de vaporización = 2,45 [MJ kg<sup>-1</sup>]

C<sub>p</sub> calor específico a presión constante = 1,013 x 10<sup>-3</sup> [MJ kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>]

ε cociente del peso molecular de vapor de agua/aire seco = 0,622

Ecuación N° 9 (temperatura media)

$$T_{media} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2}$$

Ecuación N° 10 (presión de saturación de vapor a la temperatura del aire)

$$e^o(T) = 0,6108 * \exp \left[ \frac{17,27 * T}{T + 237,3} \right]$$

Donde:

e<sup>o</sup>(T) presión de saturación de vapor a la temperatura del aire T[kPa]

T temperatura del aire [°C]

exp[.] 2,7183 (base del logaritmo natural) elevado a la potencia [.]

Ecuación N° 11 (presión media de saturación de vapor para un periodo)

$$e_s = \frac{e^{\circ}(T_{\max}) + e^{\circ}(T_{\min})}{2}$$

Ecuación N° 12 (pendiente de la curva de la presión de saturación de vapor a la temperatura del aire)

$$\Delta = \frac{4098 * \left[ 0,6108 * \exp\left(\frac{17,27 * T}{T + 237,3}\right) \right]}{(T + 237,3)^2}$$

Donde:

? pendiente de la curva de la presión de saturación de vapor a la temperatura del aire T [kPa °C<sup>-1</sup>]

T temperatura del aire [°C]

exp[.] 2,7183 (base del logaritmo natural) elevado a la potencia [.]

Ecuación N° 13 (presión de vapor derivada de datos psicrométricos)

$$e_a = e^{\circ}(T_{\text{húmedo}}) - \gamma_{\text{psi}} (T_{\text{seco}} - T_{\text{húmedo}})$$

Donde:

e<sub>a</sub> presión real de vapor [kPa]

e<sup>°</sup>(T<sub>húmedo</sub>) presión de saturación de vapor a la temperatura del bulbo húmedo [kPa]

?<sub>psi</sub> constante psicrométrica [kPa °C<sup>-1</sup>]

T<sub>seco</sub> - T<sub>húmedo</sub> depresión del bulbo húmedo, con T<sub>seco</sub> la temperatura del termómetro de bulbo seco y T<sub>húmedo</sub> la temperatura del termómetro de bulbo húmedo [°C]

Ecuación N° 14 (constante psicrométrica del instrumento)

$$\gamma_{\text{psi}} = a_{\text{psi}} P$$

Ecuación N° 15 (presión de vapor)

$$e_a = \frac{HR_{media}}{100} e^{\circ(T_{media})}$$

Donde:

$HR_{media}$  humedad relativa media.

Ecuación N° 16

Déficit de presión de vapor =  $e_s - e_a$

Ecuación N° 17 (radiación extraterrestre para periodos diarios)

$$R_a = \frac{24 * 60}{\pi} G_{sc} d_r [\omega_s \sin(\varphi) \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cos(\delta) \sin(\omega)]$$

donde:

$R_a$  radiación extraterrestre [ $MJ m^{-2} día^{-1}$ ], la evaporación equivalente en mm día<sup>-1</sup> se obtiene multiplicando  $R_a$  por 0,408

$G_{sc}$  constante solar =  $0,082 MJ m^{-2} min^{-1}$

$d_r$  distancia relativa inversa Tierra-Sol

$\omega_s$  ángulo de radiación a la puesta del sol [rad]

$\varphi$  latitud [rad], es positiva para el hemisferio norte

$\delta$  declinación solar [rad]

Ecuación N° 18 (distancia relativa inversa Tierra-Sol)

$$d_r = 1 + 0,033 * \cos\left(\frac{2\pi}{365} J\right)$$

donde: J = día del año en el calendario juliano

Ecuación N° 19 (declinación solar)

$$\delta = 0,409 * \text{sen}\left(\frac{2\pi}{365}J - 1,39\right)$$

Donde: J = día del año en el calendario juliano

Ecuación N° 20 (ángulo de radiación a la puesta del sol)

$$\omega_s = \arccos [-\tan(\varphi) \tan(\delta)]$$

Ecuación N° 21 (duración máxima de la insolación)

$$N = \frac{24}{\pi} \omega_s$$

Ecuación N° 22 (radiación solar)

El método FAO Penman-Montieth propone el uso de:

$$R_s = \left( a_s + b_s \frac{n}{N} \right) R_a$$

Pero como la estación meteorológica de donde se tomó información no cuenta con registros de (n) que es la duración real de la insolación [horas], se sustituyó esta ecuación por su equivalente del método de Hargreaves:

$$R_s = R_o * KT * (t_{\max} - t_{\min})^{0,5}$$

Donde:

$R_s$  radiación solar incidente

$R_o$  radiación solar extraterrestre

KT coeficiente entre 0,162 y 0,19 para regiones del interior y costeras respectivamente, según lo que recomienda Hargreaves. En este documento se usó el promedio de esos dos números por la ubicación de las fincas estudiadas. Aunque el método de Hargreaves no es un método estándar la FAO le reconoce el mérito que tiene por ser un método que usa el mínimo de datos meteorológicos con resultados bastantes aceptables y de aplicación global.

$t_{\max}$  temperatura diaria máxima

$t_{\min}$  temperatura diaria mínima

Ecuación N° 23 (Radiación solar en un día despejado)

$$R_{so} = (0,75 + 2 \cdot 10^{-5} z) R_a$$

donde: z elevación de la estación meteorológica sobre el nivel del mar [m]

Ecuación N° 24 (radiación neta solar o de onda corta)

$$R_{ns} = (1 - \alpha) R_s$$

Donde:

$R_{ns}$  radiación neta solar o de onda corta [ $\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ ]

$\alpha$  albedo o coeficiente de reflexión del cultivo = 0,23 para el cultivo hipotético de referencia [adimensional]

$R_s$  radiación solar entrante [ $\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ ]

Ecuación N° 25 (radiación neta de onda larga)

$$R_{nl} = \sigma \left[ \frac{T_{\max,K}^4 + T_{\min,K}^4}{2} \right] \left( 0,34 - 0,14 \sqrt{e_a} \right) \left( 1,35 \frac{R_s}{R_{so}} - 0,35 \right)$$

Donde:

$R_{nl}$  radiación neta de onda larga [ $\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ ]

$\sigma$  constante de Stefan-Boltzmann [ $4,903 \times 10^{-9} \text{ MJ K}^{-4} \text{ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ ]

$T_{\max,K}$  temperatura máxima absoluta durante un periodo de 24 horas [Kelvin]

$T_{\min,K}$  temperatura mínima absoluta durante un periodo de 24 horas [Kelvin]

$e_a$  presión de vapor real [kPa]

$R_s/R_{so}$  radiación relativa de onda corta

$R_s$  radiación solar media o calculada [ $\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ ]

$R_{so}$  radiación en un día despejado [ $\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ ]

Ecuación N° 26 (radiación neta)

$$R_n = R_{in} - R_{out}$$

Ecuación N° 27 (flujo de calor del suelo)

$$G_{mes,i} = 0,07 (T_{mes,i+1} - T_{mes,i-1})$$

Donde:

$T_{mes,i}$  temperatura media del aire en el mes  $i$  [°C]

$T_{mes,i-1}$  temperatura media del aire en el mes  $i-1$  [°C]

$T_{mes,i+1}$  temperatura media del aire en el mes  $i+1$  [°C]

Ecuación N° 28 (evapotranspiración del pasto de referencia)

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

Donde:

$ET_o$  evapotranspiración de referencia (mm día<sup>-1</sup>)

$R_n$  radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>)

$R_a$  radiación extraterrestre (mm día<sup>-1</sup>)

$G$  flujo del calor de suelo (MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>)

$T$  temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)

$u_2$  velocidad del viento a 2 m de altura (m s<sup>-1</sup>)

$e_s$  presión de vapor de saturación (kPa)

$e_a$  presión real de vapor (kPa)

$e_s - e_a$  déficit de presión de vapor

? pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C<sup>-1</sup>)

? constante psicrométrica (kPa °C<sup>-1</sup>)

Ecuación N° 29 (evapotranspiración del cultivo en condiciones estándar)

$$ET_c = K_c ET_o$$

Donde:

$ET_c$  evapotranspiración del cultivo [ $\text{mm día}^{-1}$ ]

$K_c$  coeficiente único del cultivo [adimensional]

$ET_o$  evapotranspiración del cultivo de referencia [ $\text{mm día}^{-1}$ ]



## Capítulo I Consideraciones sobre la producción primaria de carne vacuna en Nicaragua y su perspectiva en el mercado internacional

El actual desarrollo de la producción primaria de la ganadería nicaragüense, a pesar de que en el periodo 2000-2005 tuvo un crecimiento de aproximadamente 30 por ciento, no es el deseado por los principales actores vinculados a este sector productivo, descontento principalmente asociado con el uso de la tierra. Se cree que con aplicación de cambios tecnológicos se podría duplicar la producción por área, pero no se profundiza ni se enumeran cuáles son esos cambios tecnológicos, porque esas afirmaciones se basan en hipótesis que a veces no son bien formuladas y sobre todo no son comprobadas, ninguna de las hipótesis involucra datos cuantitativos y la razón es muy simple: en la mayoría de la ganadería nicaragüense no se acostumbra a registrar datos de la información que se genera en las fincas, información que es necesaria para la administración de las mismas, es decir, no sabemos con certeza cómo andamos, por ejemplo, en lo productivo y reproductivo.

De los aproximadamente cien mil productores que, según el CENAGRO 2001, hay en el país, casi el 95 % de los productores son medianos y pequeños y el resto son empresas o grandes productores (para los estándares nicaragüenses). Del total de productores a nivel nacional únicamente el cinco por ciento de ellos registra datos e información útil para el manejo de las fincas, en el nivel actual de registro de información del hato (casi 95%) lo único que importa es que se vea dinero en torno a la actividad, sin importar si ésta está siendo subsidiada por otra actividad relacionada con la finca o de los propietarios.

Además, en Nicaragua en promedio se necesitan cinco años para que un novillo alcance un peso promedio de 380 kg que es el peso promedio al que se sacrifican los animales para la producción de carne en el país, en contraposición con países europeos y Estados Unidos de Norteamérica que tienen una edad de sacrificio promedio de 2 ½ años y con un peso de 420 kg, sin embargo, hay que tomar en cuenta las diferencias de cada entorno productivo por ejemplo, la gran cantidad de recursos energéticos tanto alimenticios propiamente dichos como derivados del petróleo que utilizan los europeos y norteamericanos para alcanzar esos índices productivos por no hablar de los altos costos de producción, los subsidios y otras protecciones que tiene este tipo de producción en esos países; en cambio en Nicaragua lo hacemos con menos recursos energéticos y quizás a menor costo económico inmediato, pero a costa de mayor tiempo requerido para la producción, menor productividad de los recursos, exterminio de los bosques y degradación acelerada del medio ambiente en general.

Otro gran problema que todavía tenemos en la ganadería del país es que no producimos lo que los consumidores demandan y de la forma como ellos lo demandan, sino que ofrecemos lo que estamos acostumbrados a producir y de la forma como se hacía quizás desde que se empezó con la ganadería en el país. Las preferencias de los consumidores no son atendidas. A nivel nacional los consumidores conocen las diferencias de calidad que hay entre unos cortes y otros, pero estos cortes no son producidos bajo clasificaciones uniformes de calidad, de una canal a otra pueden existir distintas características en los mismos cortes sin que eso se transforme en diferencia de precio y no hay manera de saberlo a simple vista, al final la diferencia la nota el consumidor según la dureza de la carne y el mayor o menor porcentaje de tejido conectivo que ésta tenga en la venta detallada.

A nivel internacional, los consumidores son más exigentes y sus criterios de selección para el consumo de carne son variables en el tiempo, según Köbrich (2005) los consumidores de carne han pasado por distintas transformaciones en el criterio para determinar su consumo y estas transformaciones abarcan periodos de más o menos una década. Los criterios de decisión se resumen así: en la década de 1970 dependía del precio; en la década de 1980 además del precio se incluyeron alimento fresco, calidad y variedad; para la década de 1990 se agregó la protección de los animales; en 2000 se añadió el reciclaje, lo étnico y lo naturista; se prevé que para década de 2010 también se unan lo orgánico, lo funcional, la confianza y el riesgo cero al consumir el producto.

El 60 por ciento de la producción nacional de carne está destinada a la exportación, se exporta deshuesada y congelada y los principales mercados a los que se exporta son los países centroamericanos, Puerto Rico y los Estados Unidos de Norteamérica; a la región centroamericana y Puerto Rico se exportan cortes selectos (filetes y lomos) con mejores precios y a Estados Unidos se exportan los denominados cortes industriales a menor precio.

La ganadería nacional dentro de sus desventajas, ante países que actualmente tienen mejores índices productivos, cuenta con potenciales ventajas proporcionadas por las mismas tendencias en los criterios de decisión de los consumidores de carne, en concreto se podría hacer una transformación hacia sistemas de producción que están al alcance nuestro como es la adopción de la producción orgánica porque se pronostica que ese será un criterio fundamental que los consumidores tendrán en cuenta a la hora de comprar. Esta tendencia está creciendo en países de todo el mundo incluso en países que normalmente son importadores se están dando a la tarea de producir para exportar, entre ellos se encuentran países miembros de Unión Europea e incluso Los Estados Unidos de Norteamérica.

Según un reporte de la Organic Trade Association de Estados Unidos, el crecimiento que los sistemas de producción orgánica experimentan en ese país es fuerte y desde el año 1997 a 2005 ha crecido a un ritmo próximo al 20%. Sin embargo, también menciona que actualmente estos sistemas enfrentan un problema debido a los costos principalmente relacionados a lo intensivo del uso de mano de obra, ya que ese recurso allá no es barato y se estaría sacrificando el mejor precio que por esos productos pagan los consumidores, el reporte advierte que los sistemas de producción orgánica en los Estados Unidos no pueden basar su competitividad únicamente en el precio, como actualmente lo hacen. En cambio en Nicaragua la mano de obra es un recurso barato y con necesidad de empleo.

Así mismo, el U.S. Market Profile for Organic Products del USDA (febrero de 2005) da cuenta de estudios realizados por la industria que señalan que el 66% de los consumidores norteamericanos consumen al menos ocasionalmente productos orgánicos y que esto significa que el crecimiento en el consumo de esos productos ha aumentado en un 55% desde el año 2000, que en el año 2003 representó ventas de 10.4 miles de millones de dólares. En el mismo documento se dice que las razones específicas del crecimiento se deben al incremento del reconocimiento de los estándares que el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) ha dado a este sector y que caracterizan claramente el significado de "orgánico". Los datos de productos orgánicos importados y exportados aún no están disponibles porque las aduanas norteamericanas no diferencian entre productos orgánicos y no orgánicos, pero análisis de varias fuentes sugieren que en 2002 el valor de las exportaciones fue entre 125 y 250 millones de dólares anuales y las importaciones fueron entre 1 mil millones y 1.5 mil millones de dólares, los productos importados son provenientes de Canadá, América Latina, Asia y Europa.

En este contexto la ganadería orgánica se presenta como una oportunidad a seguir para la ganadería y en Nicaragua no debe ser la excepción si se espera continuar exportando y si se tiene pretensiones de abrirse paso en otros mercados como el europeo o el japonés y de otras economías de alto crecimiento a los que no tenemos acceso por una serie de normas calidad y regulaciones con las que aun no cumplimos, pero que son inherentes a la producción orgánica. Por lo que es evidente que la tendencia del mercado al que se exportan los productos cárnicos nicaragüenses demuestran la necesidad de cumplir con normas de calidad, y por los ganaderos nacionales se evidencia la necesidad de mejorar los retornos de utilidad bruta de su actividad, para eso se tienen que practicar ciertos principios y formas de producción basados en lo que los consumidores piden, pero que para el productor sea rentable y sostenible.

La implementación de normas de producción es un paso necesario, aunque todavía es algo incipiente en Nicaragua desde finales del año 2002; La Comisión Nacional Ganadera, Cooperative Lige of USA (Nicaragua), el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), agencias internacionales certificadoras de producción como OIA de Argentina y la planta procesadora de carne Nuevo Carnic empezaron a promover un programa de producción de carne bovina orgánica certificada que en sus inicios contaba con aproximadamente ocho mil animales distribuidos en unas 36 fincas con aproximadamente 13 mil ha en su totalidad, el programa era parte de una estrategia de desarrollo rural (Sáenz, en comunicación personal). Dentro de esta estrategia Cooperative Lige of USA en Nicaragua (CLUSA) y el Instituto Interamericano para la Cooperación Agrícola (IICA) coordinaron la gestión del proyecto y la asistencia técnica para lograr la certificación de las fincas que entraron en el programa; las agencias certificadoras se encargaron de inspeccionar y verificar el cumplimiento de las normas de producción orgánica para posteriormente emitir el certificado orgánico reconocido por el USDA; por su parte la Comisión Nacional Ganadera coordinó el enlace entre los productores, el IICA y CLUSA; mientras que Nuevo Carnic se encargaría del procesamiento y exportación de la carne ya que es una planta certificada por el USDA para exportar carne hacia Estados Unidos.

## CONTEXTO DEL MERCADO MUNDIAL Y NACIONAL DE LA CARNE VACUNA

Los datos de la FAO indican que la producción mundial de carne bovina se ha incrementado en un 4% en el periodo de 2000 a 2005, lo que significó un total de 59 millones de TM en el año 2000 y 62,5 millones en 2005.

*Tabla 5: Producción mundial de carne vacuna (millones de TM)*

<i><b>País</b></i>	<i><b>Año</b></i>					<i><b>% participación</b></i>
	<i><b>2000</b></i>	<i><b>2001</b></i>	<i><b>2002</b></i>	<i><b>2003</b></i>	<i><b>2004</b></i>	
Estados Unidos de Norte América	12,3	12,0	12,4	12,0	11,3	18,0
Brasil	6,6	6,8	7,1	7,2	7,8	12,4
China	5,4	5,5	5,9	6,3	6,8	10,8
Argentina	2,7	2,5	2,5	2,6	3,0	4,8
India	2,9	2,9	2,9	2,9	3,0	4,7
Australia	2,0	2,1	2,0	2,1	2,0	3,3
Federación Rusa	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	3,1
México	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	2,5
Francia	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	2,5
Alemania	1,3	1,4	1,3	1,2	1,3	2,1
Resto del mundo	21,7	20,7	21,3	21,5	22,4	35,8
Total	59,7	58,8	60,5	60,9	62,7	100,0

Fuente: FAO

*Tabla 6: Producción de carne vacuna en la región centroamericana (millones de TM)*

<i><b>País</b></i>	<i><b>Año</b></i>						<i><b>Porcentaje</b></i>
	<i><b>2000</b></i>	<i><b>2001</b></i>	<i><b>2002</b></i>	<i><b>2003</b></i>	<i><b>2004</b></i>	<i><b>2005</b></i>	
Nicaragua	52,5	54,1	60,1	65,6	74,8	74,3	21,8
El Salvador	34,7	34,7	39,9	29,2	26,5	26,5	11,0
Guatemala	62,0	62,0	63,0	63,0	63,0	63,0	21,5
Honduras	55,0	55,3	54,5	61,4	63,6	72,9	20,7
Costa Rica	82,3	74,3	68,3	74,1	68,8	68,8	25,0
Total	286,5	280,4	285,8	293,3	296,7	305,5	100,0

Fuente: FAO

En la región centroamericana, Nicaragua es el principal país exportador de ganado en pie para engorde y sacrificio y le sigue Honduras; Costa Rica exporta pequeñas cantidades destinadas a la reproducción. Los principales destinos del ganado en pie que exporta Nicaragua son: El Salvador, Guatemala y principalmente México. La exportación en pie alcanza entre el 2 y 19 por ciento de la extracción total del ganado.

El Banco Central de Nicaragua registró una extracción de 629.1 miles de cabezas de ganado en el año 2005 que representaron el 23 por ciento del hato nacional, de esta extracción el 60 por ciento se destinó a la matanza industrial y el 40 por ciento a la matanza artesanal. Entre El Salvador y Estados Unidos consumen el 73.2 por ciento de la carne exportada desde Nicaragua.

Según el Censo Agropecuario de 2001 elaborado por el MAGFOR en el país existen aproximadamente 100 mil productores (en la producción primaria) de ellos casi el 95 por ciento son pequeños o medianos productores el resto son grandes productores (en el contexto nicaragüense). Existen alrededor de 2400 intermediarios en el comercio del ganado de ellos sólo 120 son grandes intermediarios y el resto lo conforman los pequeños y medianos intermediarios.

Del monto total de cabezas de ganado sacrificadas en 2005 el 33.33 por ciento eran hembras y de este porcentaje el 18 por ciento se sacrificaron en mataderos industriales.

El sistema de producción predominante en el país es el de doble propósito.

Se estima que el aumento del hato nacional en los últimos 40 años en parte es debido en un 78 por ciento al aumento de las áreas destinadas a la ganadería y tan solo en un 22 por ciento a causa de un aumento en la productividad.

## PRECIO DE LA CARNE VACUNA EN NICARAGUA

En el año 2006 el precio en pie por kg era de 22.00 córdobas, aproximadamente 1.20 USD (en ese momento) y el rendimiento por cabeza era casi 60 por ciento (incluidos cortes solo consumidos localmente).

## COMPORTAMIENTO DEL MERCADO MUNDIAL Y NACIONAL DE LA CARNE ORGÁNICA

Las estadísticas disponibles hasta el presente no son muy confiables puesto que en la mayoría de las aduanas de los distintos países tanto importadores como exportadores no se hace distinción entre productos orgánicos y no orgánicos. Entre los países productores de carne orgánica se cuentan algunos de la Unión Europea, Los Estados Unidos de Norte América, Argentina, Uruguay, Brasil, Bolivia, Belice y Nicaragua.

En Estados Unidos y la Unión Europea el crecimiento de la industria de la comida natural y orgánica ha experimentado un crecimiento cercano al 20 por ciento en la última década e incluso los consumidores pagan un sobreprecio porque estos alimentos se producen siguiendo procedimientos que garantizan que no se han utilizado sustancias que puedan causar perjuicio a la salud humana y en el caso de la producción pecuaria, se asegura que los animales han sido desarrollados y sacrificados sin brutalidad, además del mayor interés que se promueve por evitar grandes daños al medio ambiente.

Tomando como referencia a uno de los países mercados de la carne nicaragüense (Los Estados Unidos) solo en el año 2004 se produjeron ventas en este sector de aproximadamente 13 mil millones de dólares según lo reporta la Organic Trade Association. Así mismo, reporta un crecimiento en este sector de entre 17 a 21 por ciento en el periodo de 1997 a 2003 mientras que, en este mismo periodo, la gran mayoría del sector de los alimentos convencionales creció tan solo entre 2 y 5 por ciento.

El crecimiento que ha experimentado el sector de los alimentos orgánicos se debe en parte a:

- La demanda.
- Mayor disponibilidad de productos orgánicos como consecuencia del crecimiento de las cadenas de comida natural, lo que como resultado produjo una migración de estos productos desde las pequeñas tiendas que se especializaban en vender bajos volúmenes a las grandes cadenas de supermercados interesadas en vender grandes volúmenes de productos.
- La mejora en la competitividad de los precios ante los productos convencionales.
- Mejoras tanto en sabor como en calidad de los productos ofrecidos.



- El cumplimiento de estándares gubernamentales que motivan a las grandes manufactureras para que entren en el mercado orgánico.
- Significativas inversiones en compañías catalogadas como orgánicas o naturales.
- Crecimiento de la concientización que los consumidores tienen por el cuidado del medio ambiente.

## EXPECTATIVAS ACERCA DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ALIMENTOS ORGÁNICOS Y NATURALES

Los expertos de la industria alimenticia estiman que en la combinación de los alimentos catalogados como orgánicos y naturales se alcanzará un crecimiento anual del 18.4 por ciento, que sería el más optimista mientras que los más conservadores estiman este crecimiento en un 13.8 por ciento.

*Tabla 7: Pronóstico de crecimiento de los alimentos orgánicos*

Principales Categorías	2004-2008
Crecimiento total	13,80%
Lácteos	15,60%
Panes y Granos	14,70%
Bebidas	15,00%
Frituras saladas	18,10%
Alimentos preparados y empacados	13,60%
Condimentos	14,80%
Frutas y vegetales	11,10%
Carne rojas, mariscos y aves	43,40%

**Adaptado de Nutrition Business Journal.**

*Tabla 8: Venta de carnes orgánicas en Estados Unidos*

Tipo de carne	ventas en el año 2003	Proyección para finales de la presente década
Vacuna	\$10 millones	39,20%
Aves	\$46 millones	48,60%
Cerdos	\$3 millones	32,30%
Embutidos	\$16 millones	21,00%
Ventas totales de carne Orgánica	\$75 millones	43,40%

**Adaptado de Nutrition Business Journal.**

## Capítulo II Resultados

### UBICACIÓN DE LAS FINCAS ESTUDIADAS Y CLASIFICACIÓN DEL CLIMA

Ubicados en el trópico seco de Jinotepe, departamento de Carazo. Periodo 2004-2006.

Caracterización de la finca con sistema de producción orgánico (finca 1) de carne bovina, ubicación latitud norte 11°45'09.36" longitud oeste 86°13'02.42" altura sobre el nivel del mar 220 m. La finca con sistema de producción convencional (hato 2) de carne bovina se localiza en las siguientes coordenadas latitud norte 11°43'37.49" longitud oeste 86°14'34.51" altura sobre el nivel del mar 120 m. Según la clasificación de Juan B. Salas y Jaime Incer Barquero estas fincas están en la zona de vida bosque tropical seco. Son bosques bajos o medianos caducifolios de zonas cálidas y secas, 750 a 1250 mm por año con temperaturas de 26 a 29°C y de 0 a 500 msnm.

Según el Departamento de Suelos y Ordenamiento Territorial del INETER, el tipo de suelo predominante en la finca 1 corresponde a la Serie Buena Vista que se caracterizan por ser <<suelos profundos y moderadamente profundos, bien drenados, friables, arcillosos. Son derivados en parte de tobas, pero parecen tener un manto superficial de ceniza volcánica. Perfil Representativo de Buena Vista franco arcillo limoso: entre 0 y 22 centímetros son color pardo oscuro, franco arcillo limoso, friable, con una capa discontinua de talpetate fracturado de unos 10 centímetros de espesor en la parte inferior del horizonte; estructura de bloques subangulares medios; abundantes raíces muy finas; ligeramente ácido. Entre los 23 a 82 centímetros, pardo rojizo oscuro, franco arcillo limoso, friable; estructura de bloques subangulares finos y medios; frecuentes raíces muy finas; ligeramente ácido. Y entre los 83 a 102 centímetros, pardo rojizo oscuro, franco friable con algo de color pardo amarillento oscuro; masivo; pocas raíces muy finas; ligeramente ácido. Al llegar a los 120 centímetros se torna pardo a pardo oscuro, franco friable; masivo; pocas raíces muy finas; medianamente ácido; límite abrupto y ondulado.

Los suelos de Buena Vista tienen permeabilidad moderadamente lenta en la superficie y el subsuelo, y moderada en el substrato. Tienen una capacidad de humedad disponible moderada y una zona radicular de profunda a moderadamente profunda. El contenido de materia orgánica es moderadamente alto en la superficie y moderado en el subsuelo. Los suelos están bien provistos de

bases. La saturación de bases es mayor del 75 por ciento. Su contenido de potasio es medio, pero es deficiente en fósforo.

Serie (BVb) Buena Vista franco arcillo limoso, 1.5 hasta 30 por ciento de pendiente y tienen una profundidad de entre 40 y 90 centímetros están moderadamente erosionados. Estos suelos se encuentran dentro de un sistema de cañadas que en su mayoría fluyen sólo cuando duran las lluvias, algunas corren de forma constante durante la época lluviosa, pero se reducen a charcos en la época seca.

En la finca de producción convencional (finca 2) los suelos predominantes pertenece a la Serie San Rafael, moderadamente profundos a moderadamente superficiales, bien drenados, arcillosos rojizos se derivan de estratos de poco espesor de lutita tobácea. Se encuentra en lomas que forman una serie de cordillera bajas paralelas a la costa. Están asociados con los suelos Vérticos y Vertisoles que se encuentran en las depresiones y bajuras. Hacia el sur limitan con los suelos de Rivas que se encuentran en las tierras más altas. Perfil Representativo de San Rafael es arcilloso: entre los 0 a 10 centímetros, pardo grisáceo oscuro, arcilloso firme; estructura granular fina y media, débil; abundantes raíces muy finas; ligeramente ácido. A los 11 a 38 centímetros es rojo amarillento, arcilloso firme; estructura prismática a subangular fina y media, moderada; frecuentes raíces en la parte superior de este horizonte, pocas en la parte inferior; medianamente ácido. Entre los 38 a 60 centímetros, rojo amarillento y amarillento parduzco, arcilloso firme, contiene numerosos fragmentos de lutita parcialmente meteorizada; pocas raíces; ligeramente ácido abrupto y ondulado. Finalmente entre los 60 a 75 centímetros, amarillo, arcilla con lutita parcialmente meteorizada.

El suelo superficial en algunos lugares es franco arcilloso con colores que varían de pardo grisáceo oscuro a pardo amarillento oscuro. El subsuelo varía en color de rojo amarillento a pardo rojizo oscuro. En los lugares donde descansan sobre lutita de color claro, el subsuelo es comúnmente de color pardo amarillento oscuro. La mayoría de los suelos tienen profundidades de 60 a 70 centímetros, pero algunas áreas tienen profundidad de 20 a 30 centímetros. Casi todos los suelos que han sido usados para cultivos han perdido mucho del suelo superficial por erosión.

Los suelos San Rafael tienen permeabilidad moderada a moderadamente lenta, capacidad de humedad disponible moderada y una zona radicular superficial a moderadamente profunda. El contenido de materia orgánica es moderadamente alto en el suelo superficial y moderado en el subsuelo. Los suelos son altos en bases intercambiables y tienen una saturación de bases del 80 por ciento o más en todo el perfil. El contenido de potasio asimilable es medio, pero son muy deficientes en fósforo. (SRc) San Rafael arcilloso, 4 a 30 por ciento de pendiente.

### Sistemas de producción

En ambas fincas se practica el pastoreo extensivo, los potreros generalmente tienen de dos hectáreas de extensión hasta 20 hectáreas, al momento de asignar la carga animal y el tiempo de permanencia no hay estimación de la capacidad de los potreros, tampoco se toma en cuenta la madurez del pasto. La fuente de agua de los potreros es el sistema de cañadas en el que se encuentran y muchos potreros no tienen acceso a fuentes de agua o se hace difícil llegar al agua por lo escarpado del terreno donde se encuentra, en la época seca el ganado se tiene que llevar a abrevar fuera de los potreros. En los pastos predominan la grama natural con el 50 por ciento de área efectiva de pasto y variedades de *Brachiaria brizantha* como Toledo, Mulato y Marandú; *Panicum maximum* Tanzania; *Hyparrhenia rufa* Jaragua y *Andropogon gayanus* Gamba.

La explotación en las fincas está destinada únicamente a la producción de carne y se realiza desde la cría hasta el engorde. Aunque se da la venta de animales antes de ser engordados sólo es una práctica para reducir la carga animal en los potreros cuando el alimento escasea. El ganado permanece a la intemperie durante todo el día tanto en época seca como en la lluviosa; en el día únicamente se les manipula una vez ya sea para cambiarlos de potrero o llevarlos a abrevar o cualquier otro manejo que se les quiera dar y este es el momento en que se verifica si las vacas presentan celo por las marcas de los toros destinados para ese propósito.

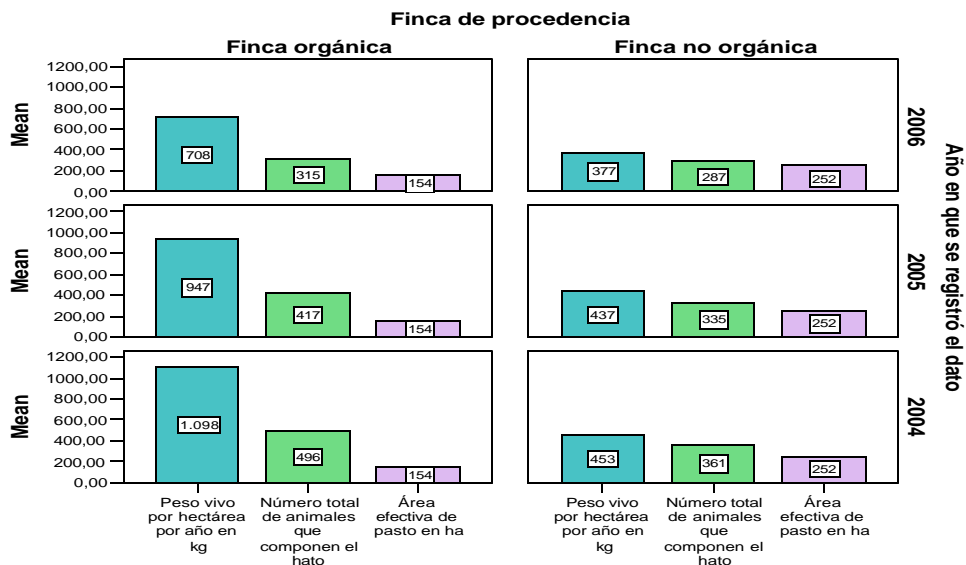
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*Tabla 9: Carga animal, eficiencia del hato y área efectiva de pasto en el periodo estudiado*

Finca	Año	Número total de animales que componen el hato	Peso anual promedio del hato en kg	Carga animal en unidades ganaderas	Peso vivo por hectárea por año	Producción real de carne por hectárea por año	Eficiencia del hato	Área efectiva de pasto
Orgánica	2004	496	169059	3,22	1097,79	52,29	5	154
	2005	417	145816	2,71	946,86	44,21	5	154
	2006	315	109106	2,05	708,48	34,04	5	154
Convencional	2004	362	114244	1,43	453,35	48,83	11	252
	2005	335	110021	1,33	436,59	48,17	11	252
	2006	287	95119	1,14	377,46	32,99	9	252

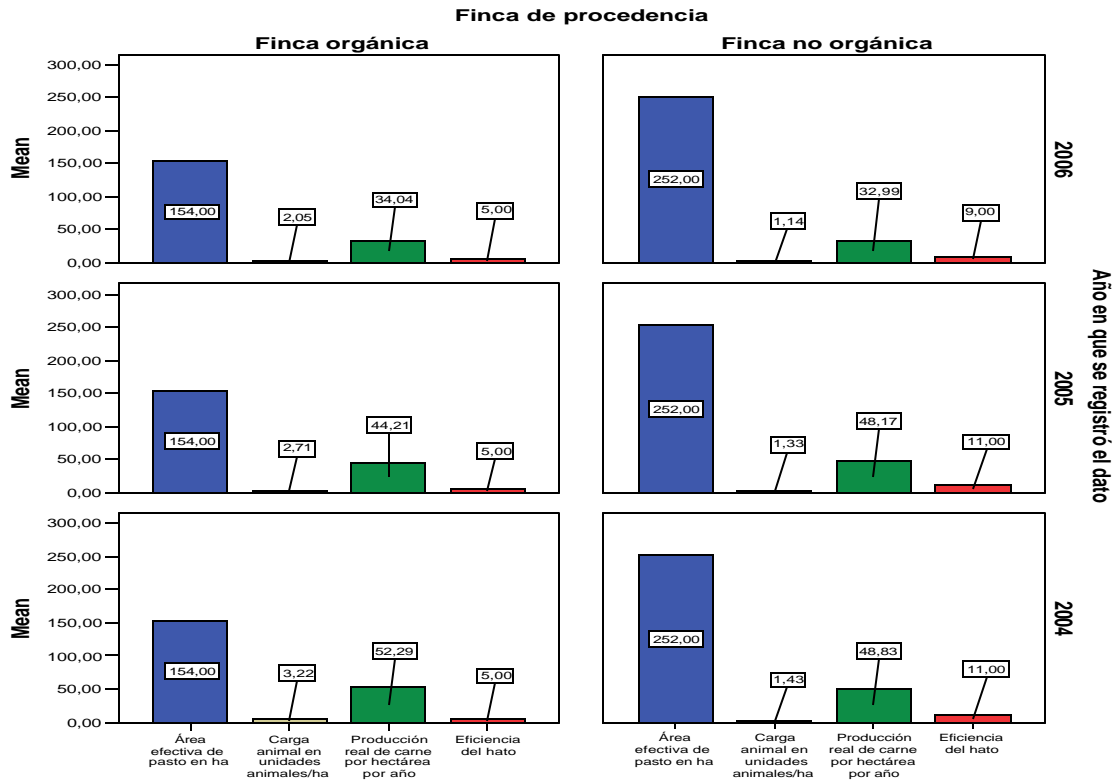
Esta tabla muestra el comportamiento evolutivo en el periodo estudiado de las cargas animales en sus distintas formas de expresarla, su relación con el área efectiva de pasto y la producción real de carne por hectárea que finalmente contribuyen en la determinación de la eficiencia del hato, como se verá más adelante.

**Peso animal/ha de pasto, unidades animales en el hato y recurso pasto**



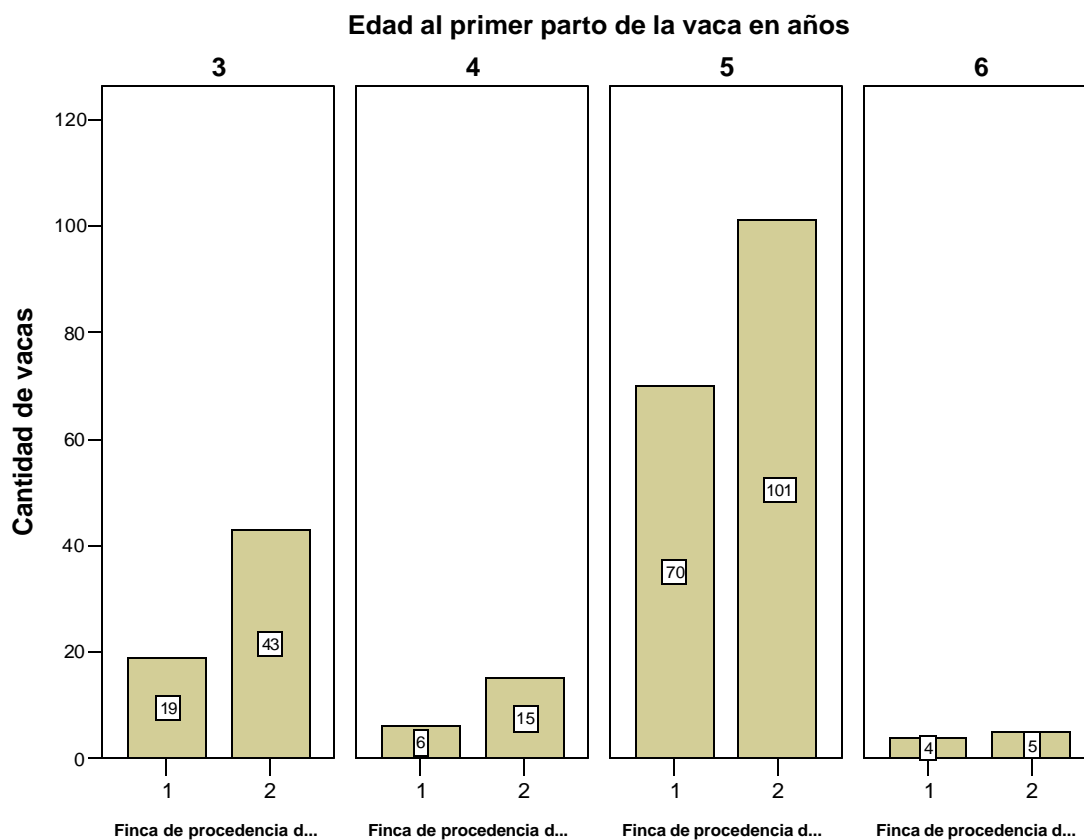
El gráfico 1 muestra la presión que ejerce el hato sobre el recurso alimenticio, en él se aprecian las diferencias existentes entre la intensidad de una finca y otra, así como su comportamiento a través de los distintos años que abarcó el estudio. A simple vista se observa que la finca orgánica es más intensiva en el uso del recurso alimenticio encontrándose mayor presión de pastoreo por área. Recuérdese que estos animales son alimentados exclusivamente a base de pastos, raramente son suplementados con minerales u otras formas de alimentos.

## Recursos productivos, productividad y eficiencia por finca



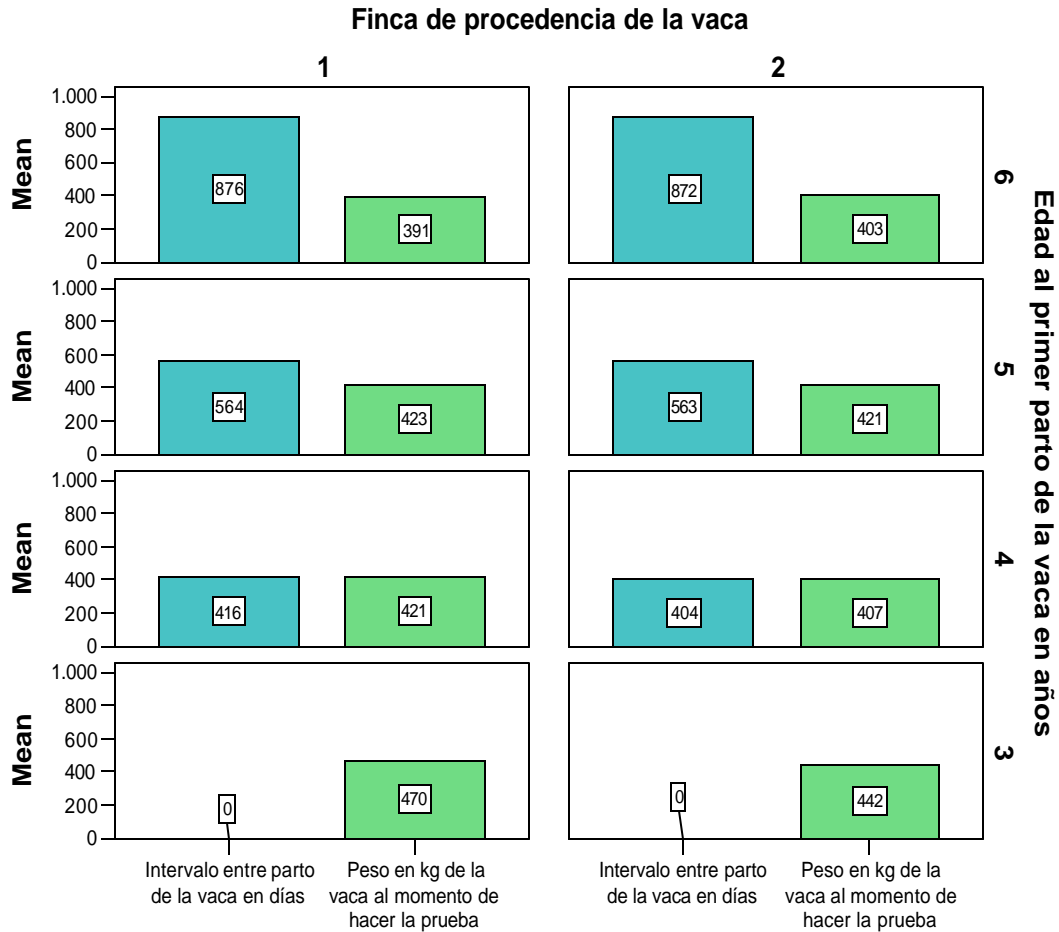
Este gráfico 2 muestra los resultados productivos obtenidos en las fincas como consecuencia de la presión ejercida sobre el recurso alimenticio, claramente se aprecia la intensividad, al parecer la finca orgánica supera ligeramente a la convencional en cuanto a producción real de carne, sin embargo, la finca convencional duplica la eficiencia de la finca orgánica, lo que indica que el porcentaje de animales destinados al sacrificio en la finca orgánica es mucho menor que en la finca no orgánica, de igual manera, podría significar que los animales destinados al sacrificio tienen un menor peso en la primer finca que en la segunda. Comparando ambas fincas en sus recursos alimenticios, resultados productivos y eficiencia nos damos cuenta que subyace un problema productivo que afecta a las dos fincas, en ellas se utilizan muchos recursos (animales) que al final resultan en una producción muy baja como lo demuestra la eficiencia de los hatos, lo que hace sospechar de la existencia de dificultad en el manejo y otros recursos de las fincas.



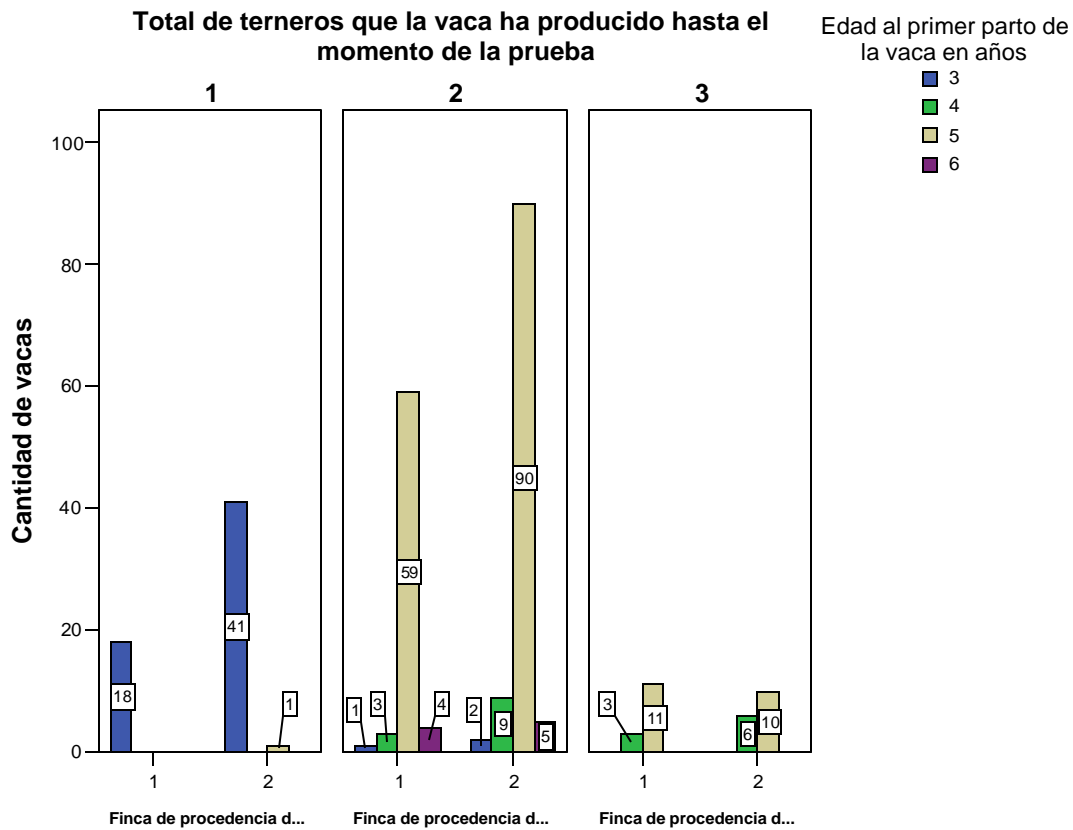


El gráfico 3 muestra el rango de edad donde se concentra la mayoría de las vacas al momento de su primer parto y esta era la edad de las vacas sometidas a prueba al momento que se realizó la medición, en ambas fincas la mayoría de las vacas pierden dos partos solo por empezar una reproducción tardía, lo que afecta la eficiencia del hato porque se debe esperar mucho tiempo para que estas vacas empiecen a producir terneros y otro tiempo más para que éstos alcancen el peso mínimo para el sacrificio. Sin embargo, se cuenta con vacas que están siendo servidas recién pasado los dos años, lo que a mediano plazo podría contribuir a mejorar la eficiencia de los hatos. El número 1 en la finca de procedencia le corresponde a la finca orgánica y el 2 a la convencional.

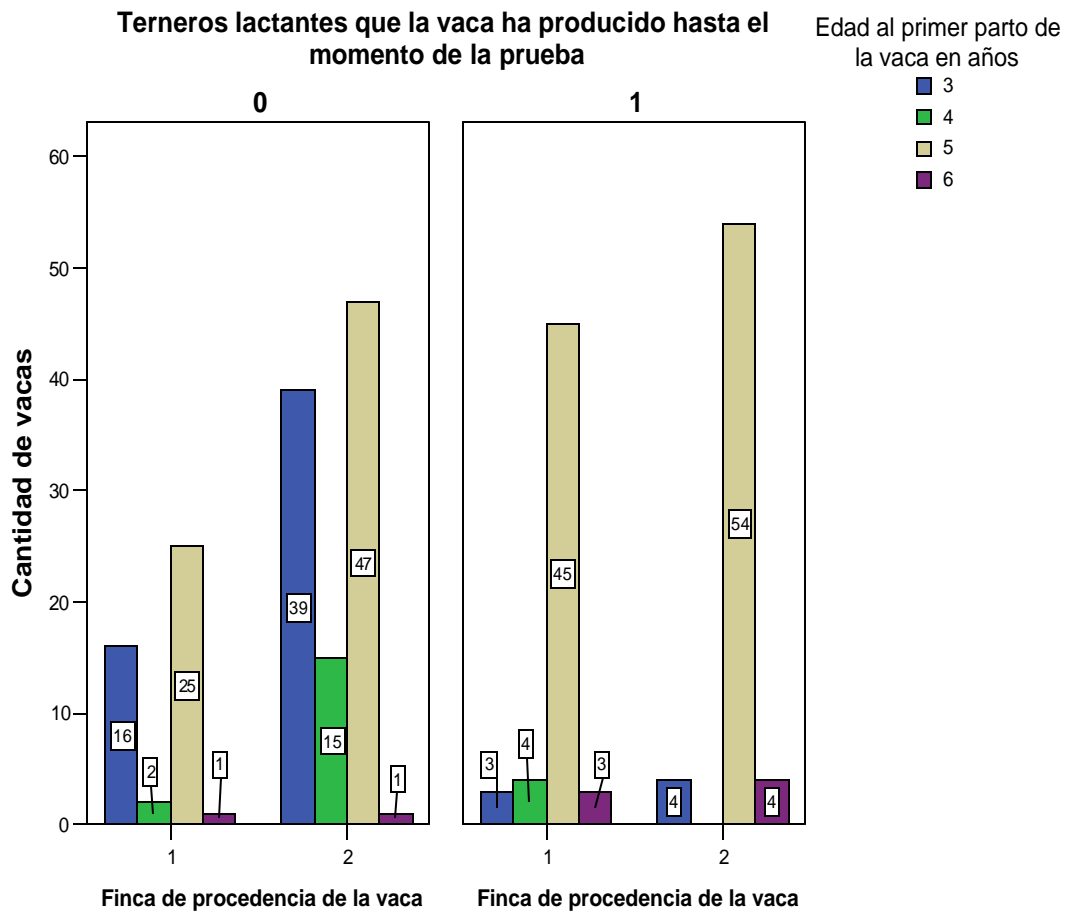
## Intervalo entre parto (en días) de las vacas según edad y peso



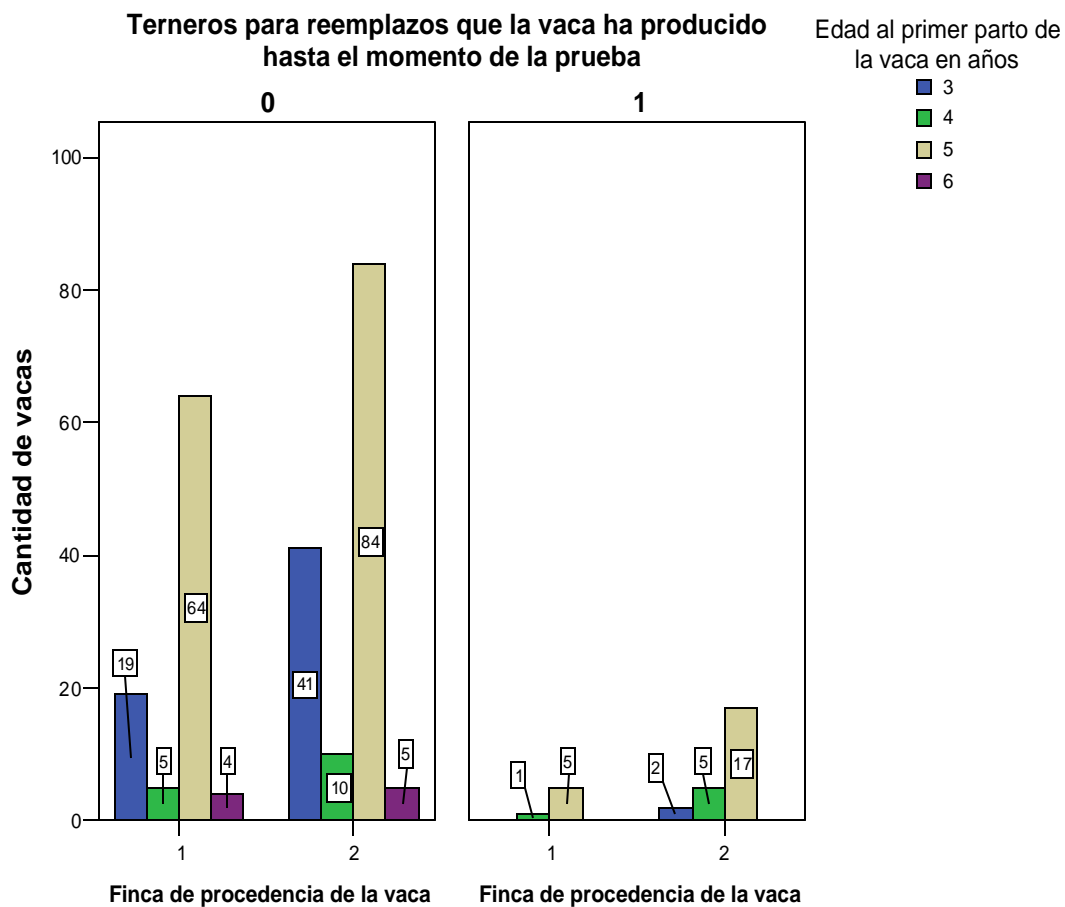
El gráfico 4 muestra la relación que existe entre la edad al primer parto, el intervalo entre partos y el peso de las vacas. Se puede notar que a medida que aumenta la edad al primer parto de la vaca también aumenta el intervalo entre partos, pero de forma inversa lo hace el peso, lo que sugiere que por el tamaño de estas vacas se está teniendo dificultad en llenar sus requerimientos nutricionales y eso está provocando disminución en la precocidad reproductiva y aumento en los intervalos entre partos ya que sobrepasan el año de 365 días.



El gráfico 5 indica que la mayoría de las vacas que tuvieron su primer parto a los cinco años únicamente han producido dos terneros y que, mientras más se reduce la edad al primer parto, mayor será la oportunidad de producir más que dos terneros antes de que la vaca cumpla los diez años edad o antes que sea descartada. Las vacas que tuvieron su primer parto a los cinco años y que han producido en total de dos a tres terneros no necesariamente tenían cinco años al momento de registrar sus datos, habían vacas registradas de 15 años o más con una producción total por vaca de dos terneros. Las edades al primer parto corresponden a las edades que tenían las vacas al momento de realizar la prueba.



El gráfico 6 muestra que existe similitud entre el número de vacas que al momento de la prueba se encontraban lactando y las que no, este comportamiento tiende a ser preocupante en la medida que un alto porcentaje de esas vacas que no están lactando tampoco estén preñadas como así lo evidencia la eficiencia de cada hato ya presentada en gráficos anteriores, con esto se confirma que se están usando muchos animales (recursos) que están produciendo pocos terneros destinados para el sacrificio (productos terminados).



El gráfico 7 muestra información relacionada con la calidad de las crías producidas en las fincas, como se puede apreciar la mayoría de los terneros producidos no son considerados para reemplazar a sus progenitores y la calidad entre las crías que produce una vaca que inició a parir de tres años es semejante como la que produce una vaca que empezó de seis años, por lo que quizás el problema no esté relacionado con esa variable. La edad corresponde a la edad de la vaca al momento del parto.

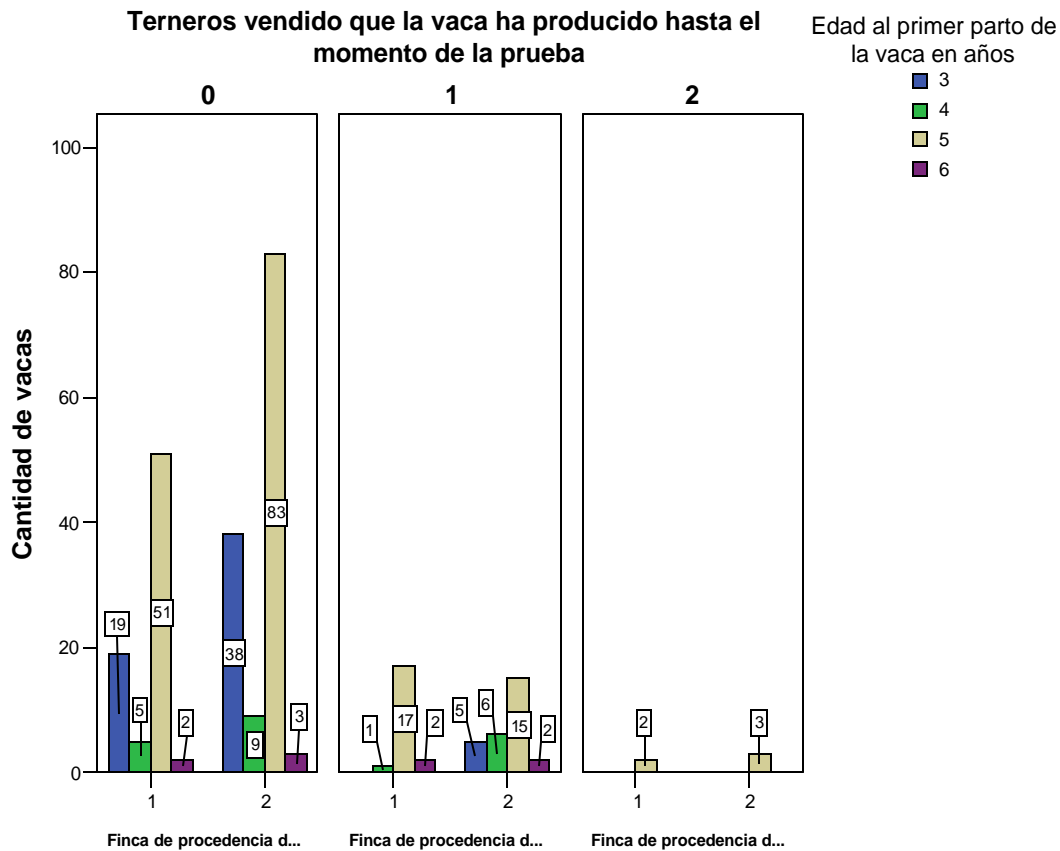


Gráfico 8.

Si se conjuga la información del gráfico 7 (terneros para reemplazo que la vaca ha producido) donde se muestra que la mayoría de las crías no son consideradas como reemplazos, con la información de éste, en que hay pocos terneros vendidos, es posible ver que existen dificultades para hacer que un ternero cumpla con una serie de características que lo hagan vendible, la principal de esas características que tanto los compradores como los vendedores toman en cuenta es el peso del animal asociado a la edad. Y como se observó en el gráfico del intervalo entre parto relacionado con la edad y el peso de las vacas, se aprecia dificultad para lograr la satisfacción de los requerimientos nutricionales de los animales en general.

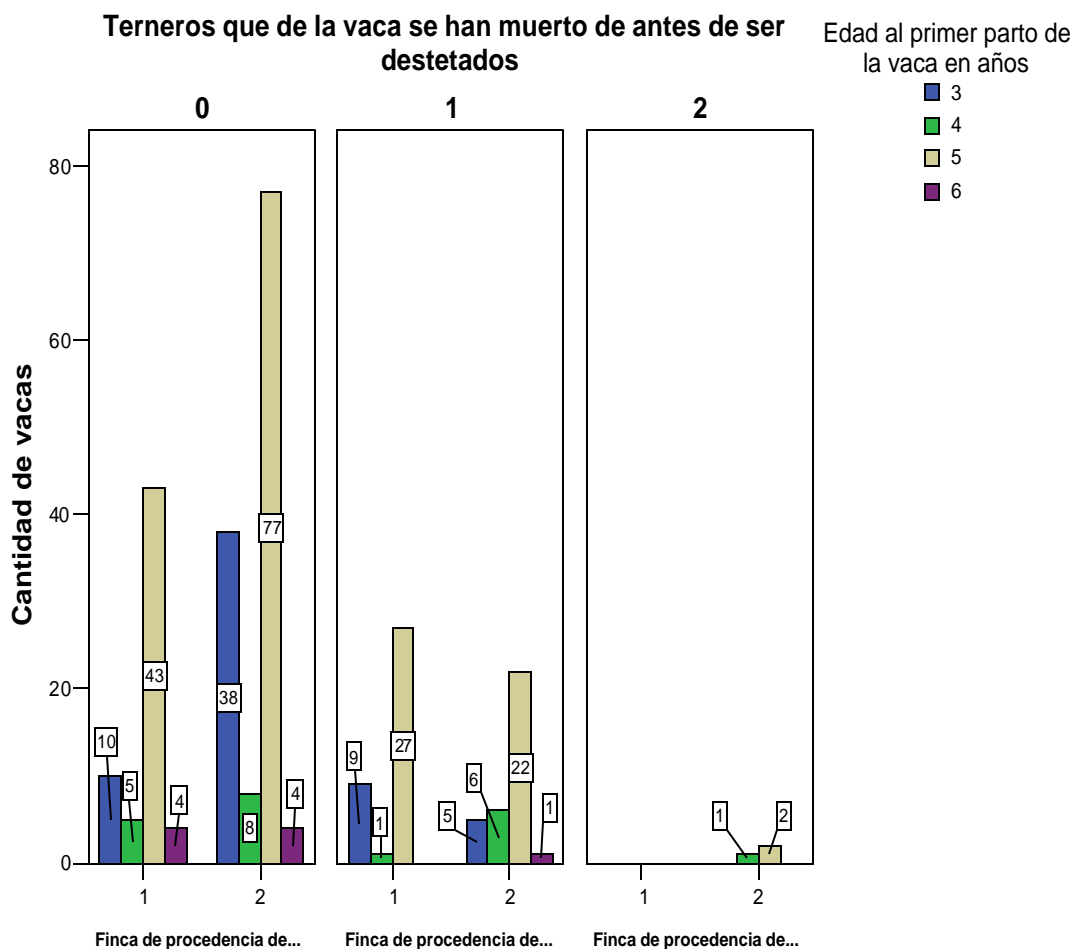
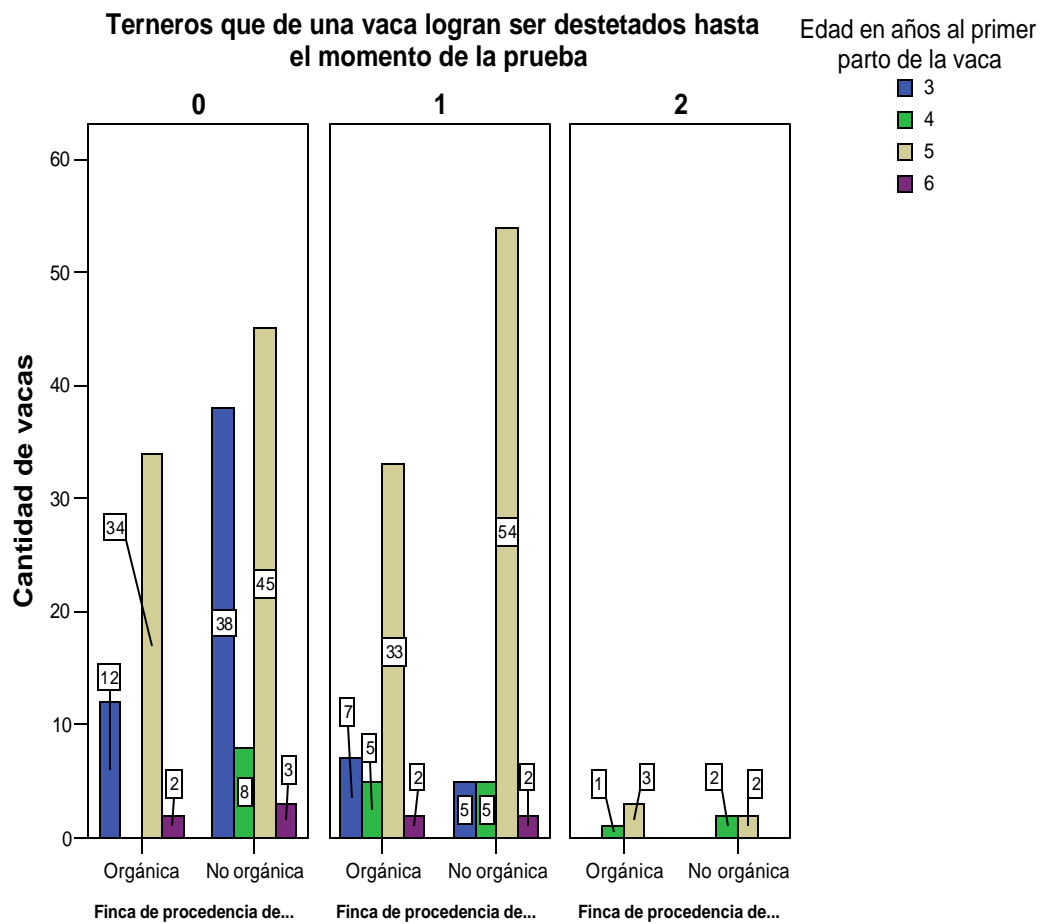


Gráfico 9.

Aquí se presenta otro dato inquietante, pues la proporción de terneros reportados como muertos antes del destete es mucho mayor que la cantidad de terneros vendidos. De las muertes en general reportadas en los hatos no se profundizará más debido a lo complejo que resultó encontrar una explicación que no estuviera relacionada con el manejo nutricional de los animales.



El gráfico 10 muestra la similitud en proporción que hay entre los terneros que no han sido destetados con los que se logran destetar y la poca cantidad de vacas que han logrado destetar más de un ternero. El comportamiento es parecido en las dos fincas.



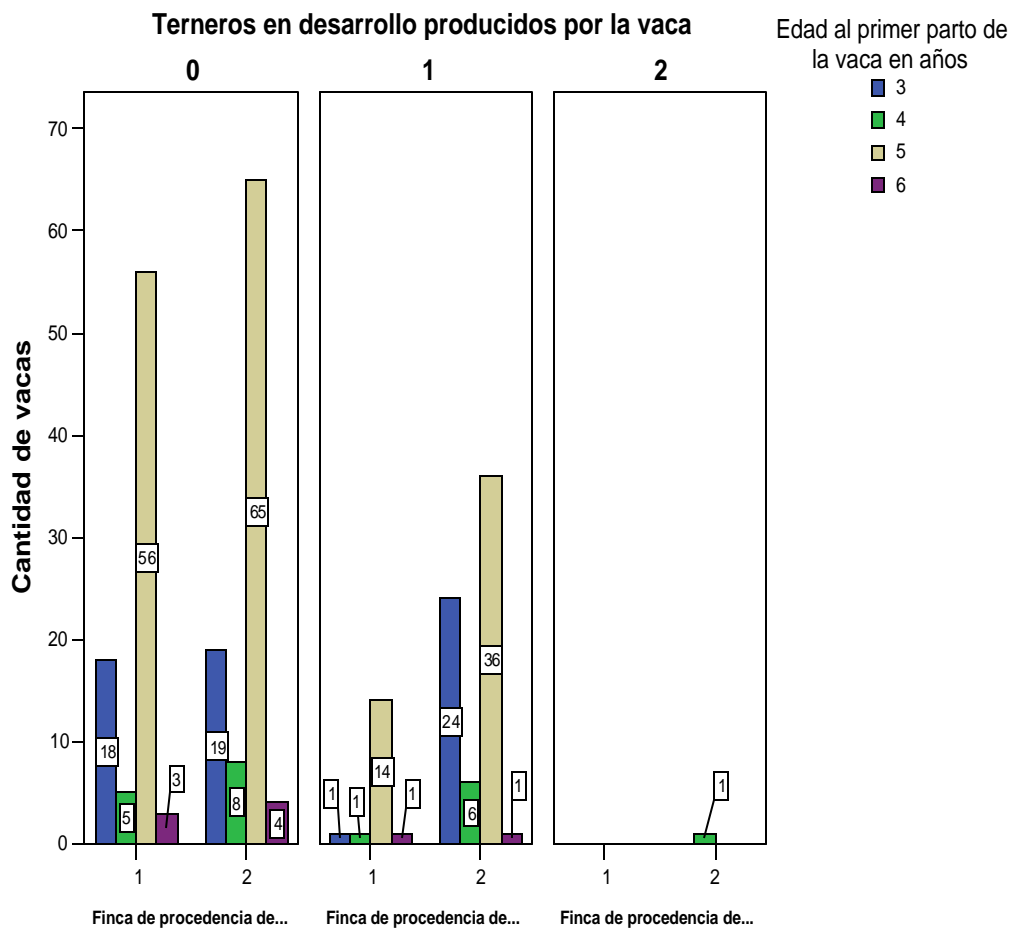
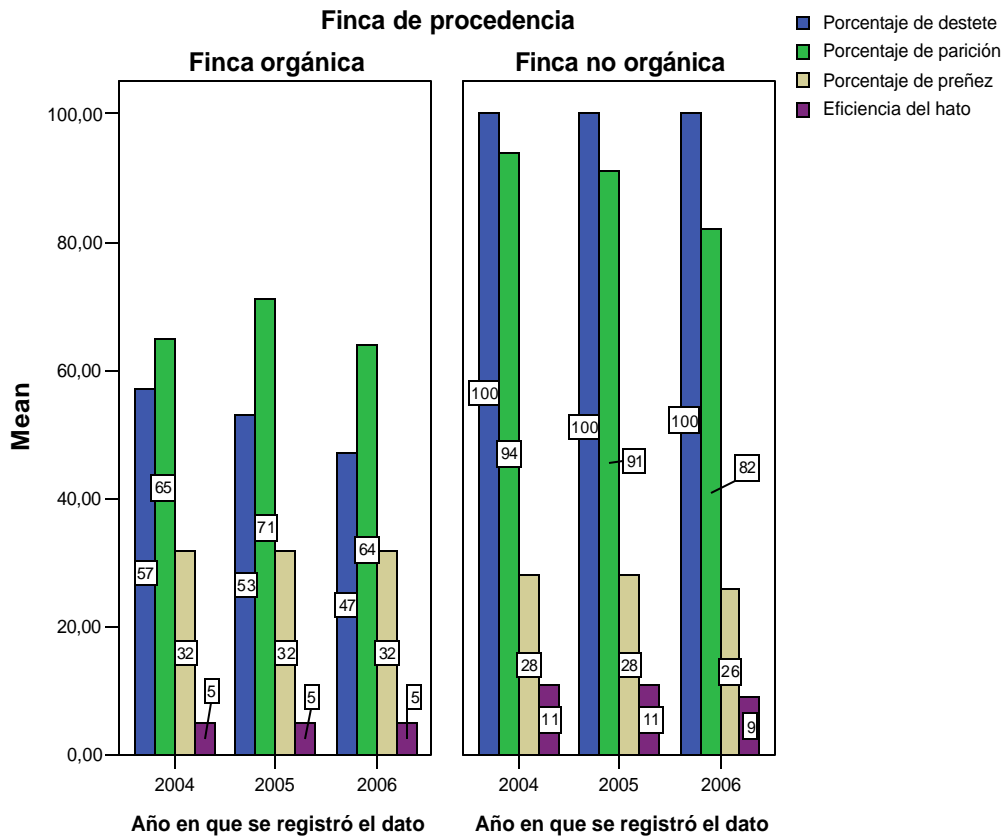


Gráfico 11.

Este gráfico confirma que efectivamente hay dificultades para que un ternero pase de categoría lactante a desarrollo, el porcentaje de vacas que logra producir más que un ternero que esté en la categoría de desarrollo no llega al medio punto porcentual entre ambas fincas. En la finca convencional se han venido seleccionando las mejores reproductoras como vacas élites para la producción mientras que no se ha realizado esa práctica en la finca orgánica, sin embargo, la diferencia en cuanto a la producción de terneros en desarrollo entre una finca y otra se debe principalmente a que la finca orgánica es cinco años más joven que la finca convencional, vacas viejas hay igualmente en ambos hatos, pero en la finca orgánica no todos los terneros que produjeron sus vacas más viejas pasaron a formar parte del este hato.

Comparación de índices reproductivos y la eficiencia del hato en las dos fincas



El gráfico 12 muestra que el porcentaje de preñez en ambas fincas es similarmente bajo y cómo esto sumado con el porcentaje de parición y destete influyen en la eficiencia del hato. Se ve cómo a pesar que la finca orgánica supera ligeramente en el porcentaje de preñez a la finca convencional, pierde esa ventaja debido al menor porcentaje de parición y destete que registra, en la misma medida que la finca convencional casi duplica en parición y destete a la finca orgánica lo hace con la eficiencia del hato. Sin embargo, ambas eficiencias son muy bajas y económicamente son inviables.

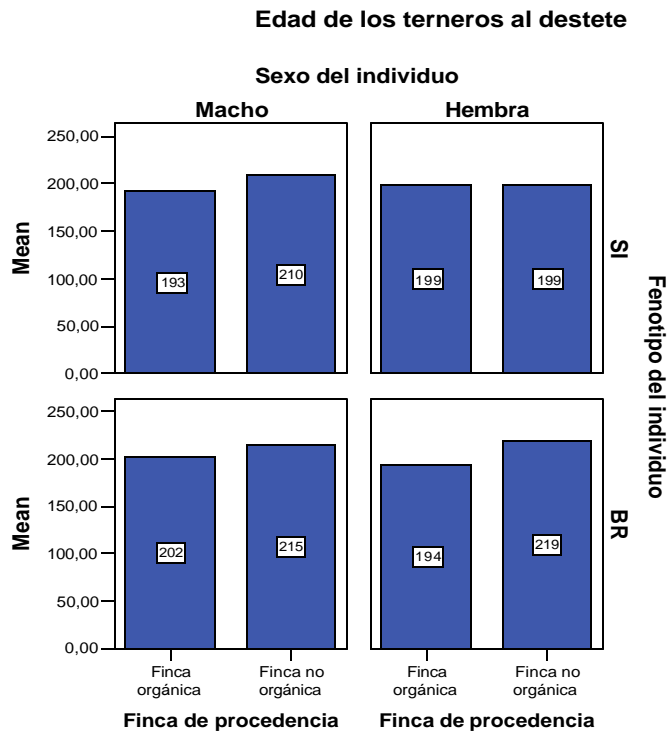
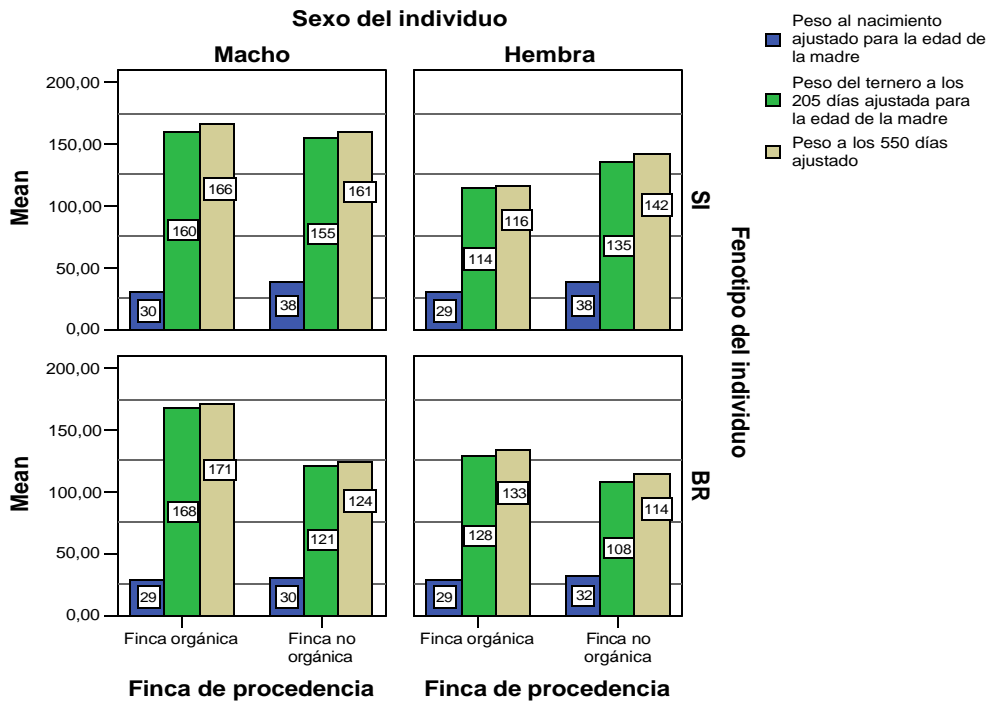


Gráfico 13.

Este gráfico muestra que en general los terneros provenientes de la finca convencional son destetados a una mayor edad que aquellos que provienen de la finca orgánica, esto es importante porque como se verá la mayor ganancia diaria de peso registrada para los terneros se da precisamente cuando son amamantados por las vacas. Viendo aisladamente este gráfico, se podría esperar que los terneros de la finca convencional se desteten con mayor peso que los otros, sin embargo, esto sólo podría ser cierto cuando los pesos no son ajustados para la edad de la madre por lo que no es una contradicción entre lo que dice en los gráficos de pesos ajustados y ganancias diarias ajustadas, lo que ocurre es que al ajustar los pesos para la edad de la madre se nivelan las oportunidades que tienen las vacas que han tenido un solo ternero destetado debido a distintos factores como la edad y a los terneros se les compensa la ganancia diaria de peso y con ello el peso al destete si se destetan antes de los 205 días como sucede en la finca orgánica.

**Peso en kg ajustados: al nacimiento, 205 días y 550 días**



En el gráfico 14 se encuentran los fenotipos más representativos de ambas fincas además separados atendiendo al sexo para visualizar a simple vista si hay diferencias entre los fenotipos dentro de cada finca y entre las dos fincas. Así en la finca orgánica el fenotipo BR, machos, a pesar de nacer más livianos que el SI logran superarlo en el peso a los 205 y 550 días de edad; en las hembras el peso al nacimiento es similar en los dos fenotipos, pero al igual que los machos BR las hembras superan a sus similares SI en el peso a los 205 y 550. En la finca convencional el fenotipo SI supera al BR tanto en peso al nacimiento como a los 205 y 550 días. Viendo por separado cada finca obtendríamos conclusiones antagónicas. Si comparamos entre finca, en el caso de los machos en general, los provenientes de la finca orgánica son menos pesados al nacimiento que aquellos que provienen de la finca convencional, sin embargo, la situación se invierte a los 205 y 550 días de edad; en cuanto a las hembras, aquellas provenientes de la finca orgánica nacen menos pesadas que las que provienen de la finca convencional y únicamente se revierte la relación en el fenotipo BR en los pesos registrados a los 205 y 550 días.

**Ganancias diarias ajustadas: a los 205 y 550 días de edad**

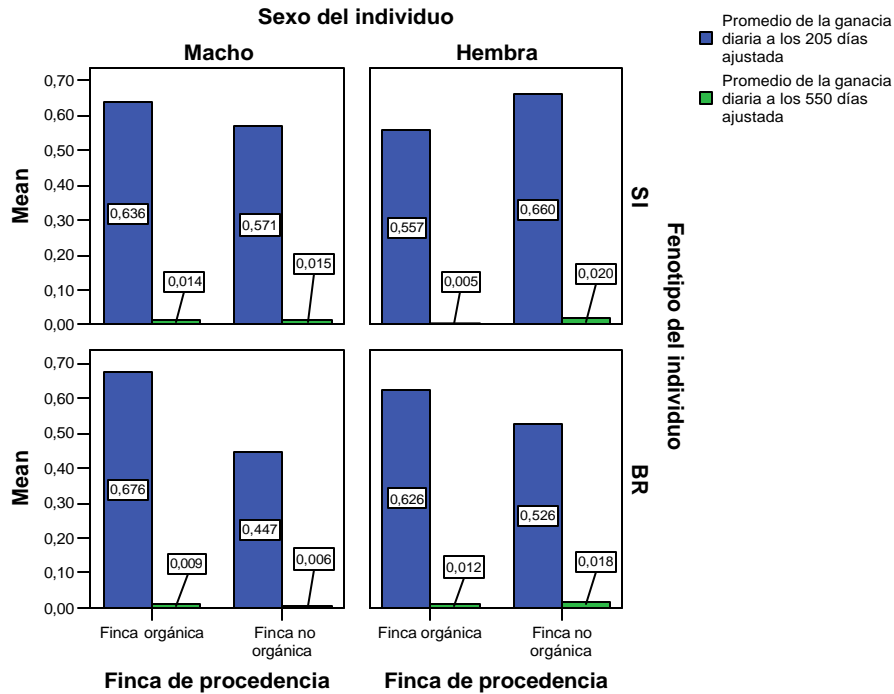


Gráfico 15.

Lo que muestra el gráfico es similar a lo encontrado en los pesos al nacimiento, 205 y 550 días de edad en los terneros tanto en cada finca como entre ambas fincas, pero lo más importante que se muestra en éste es lo abrupto con que disminuye la ganancia diaria de peso (en kg/día) registrada desde el destete hasta los 550 días de edad de los terneros, lo cual ocurre justo cuando el ternero debe valerse por su cuenta para conseguir alimento que es a base únicamente de pasto. La mayor ganancia de peso se registra en el período comprendido entre el nacimiento y el destete cuando la principal fuente de alimentación la proporcionan las vacas ya que la leche se destina exclusivamente para alimentar a los terneros y estos permanecen todo el tiempo con las madres. El comportamiento de la ganancia diaria de peso en la etapa posterior al destete llega incluso a ser retrógrada y en las fincas se observó terneros destetados con un peso sin ajustar de 250 kg y hasta 270 kg (aproximadamente a 205 días de edad) pero al año (año largo 550 días) se les registró un peso sin ajustar de 100 kg o menos.

## PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA LAS VACAS

Tabla 10: Hipótesis para las variables reproductivas asociadas con las vacas

Variable	Edad 1° parto	Peso actual	Intervalo/ partos	Total terneros producidos/ vaca	Terneros lactantes
Varianza F1	0,71	6961,22	59691,96	0,32	0,25
Varianza F2	0,52	6010,55	68825,71	0,33	0,24
G.L. F1	100	100	100	100	100
G.L. F2	164	164	164	164	164
Relación de varianza	1,37	1,16	1,15	1,03	1,06
Valor crítico F de Snedecor	$F_{n1-1, n2-1, \alpha} = 0,69$ y $F_{n1-1, n2-1, 1-\alpha} = 1,43$				
H <sub>0</sub> : F1 = F2	Se acepta	Se acepta	Se acepta	Se acepta	Se acepta

Tabla 11: Continuación de la tabla 10

Variable	Terneros de reemplazo	Terneros vendidos	Terneros muertos	Terneros destetados	Terneros en desarrollo
Varianza F1	0,06	0,22	0,24	0,33	0,18
Varianza F2	0,13	0,2	0,22	0,3	0,26
G.L. F1	100	100	100	100	100
G.L. F2	164	164	164	164	164
Relación de varianza	2,19	1,11	1,06	1,11	1,47
Valor crítico F de Snedecor	$F_{n1-1, n2-1, \alpha} = 0,69$ y $F_{n1-1, n2-1, 1-\alpha} = 1,43$				
H <sub>0</sub> : F1 = F2	Se rechaza	Se acepta	Se acepta	Se acepta	Se rechaza

Se realizaron pruebas de hipótesis bilaterales para las variables reproductivas asociadas directamente con las vacas, las pruebas se realizaron con un intervalo de confianza del 95 por ciento o un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$  por lo tanto en esta prueba bilateral  $\alpha/2=0,025$  y el intervalo de confianza pasa a ser 97,5%.

Como se puede observar en las únicas variables donde hay una diferencia ligeramente significativa es en la cantidad de terneros producidos para reemplazos y terneros en desarrollo que la finca orgánica (F1) es ligeramente menor que en la finca convencional, sin embargo, se debe tomar en cuenta que la diferencia en los terneros para reemplazos se debe a que muchas de las crías (SI) producidas en la finca convencional reciben un manejo diferenciado, en especial la alimentación, porque se destinan como ejemplares para exposición. Si los terneros de la finca orgánica recibieran las mismas oportunidades quizás no habría tal diferencia y en cuanto a la cantidad de terneros en la categoría de desarrollo, es importante saber que la finca orgánica se estableció unos cinco o siete años después que la finca convencional, lo que supone una desventaja para la finca orgánica, por el tiempo que les toma producir terneros que estén en esa categoría, la finca convencional hasta el momento de concluir el estudio (2006) tenía unos 12 años de haberse establecido.

Prueba para los índices reproductivos y la eficiencia de los hatos

*Tabla 12: índices reproductivos y eficiencia del hato por finca y por año*

Finca	Año	% Preñez	% Parición	% destete	Eficiencia del hato
Orgánica	2004	32	65	57	5
	2005	32	71	53	5
	2006	32	64	47	5
Convencional	2004	28	94	100	11
	2005	28	91	100	11
	2006	26	82	100	9

Tabla 13: índices reproductivos y eficiencia del hato en el primer año del estudio

Año 2004				
Índice	% preñez	% parición	% destete	Eficiencia hato
$\hat{\beta}$	0,23	0,6	0,59	0,02
$\hat{\sigma}$	0,77	0,4	0,41	0,98
$\hat{\beta}_1$	0,32	0,64	0,56	0,01
$\hat{\beta}_2$	0,17	0,57	0,61	0,03
numerador	0,15	0,07	-0,04	-0,02
denominador	$2,8 \times 10^{-3}$	$3,8 \times 10^{-3}$	$3,9 \times 10^{-3}$	$10^{-4}$
raíz del denominador	0,05	0,06	0,06	0,01
Z calculada	2,79	1,19	-0,67	-2,29
Valor crítico Z	-1,96 y 1,96			
H <sub>0</sub> : PF1 = PF2	Se rechaza	Se acepta	Se acepta	Se rechaza

Para los índices reproductivos y la eficiencia del hato de ambas fincas se efectuaron pruebas de hipótesis atendiendo al año en que se registraron los datos, con el fin de visualizar el comportamiento evolutivo de esos índices. Como consecuencia, en el primer año del estudio estadísticamente se obtuvo diferencia significativa en el porcentaje de preñez siendo la finca orgánica la que obtuvo mejor resultado, pero en cuanto a la eficiencia del hato los resultados se invierten y la finca convencional supera a la orgánica. En los porcentajes de parición y destete no hubo diferencia significativa.



Tabla 14: índices reproductivos y eficiencia del hato en el segundo año del estudio

Año 2005				
Índice	% Preñez	% Parición	% Destete	Eficiencia hato
$\hat{\beta}$	0,23	0,61	0,58	0,02
$\hat{\sigma}$	0,77	0,39	0,42	0,98
$\hat{\beta}_1$	0,32	0,7	0,52	0,01
$\hat{\beta}_2$	0,17	0,55	0,61	0,03
numerador	0,15	0,15	-0,08	-0,02
denominador	$2,8 \times 10^{-3}$	$3,8 \times 10^{-3}$	$3,9 \times 10^{-3}$	$10^{-4}$
raíz del denominador	0,05	0,06	0,06	0,01
Z calculada	2,79	2,46	-1,3	-2,01
Valor crítico Z	-1,96 y 1,96			
H <sub>0</sub> : PF1 = PF2	Se rechaza	Se rechaza	Se acepta	Se rechaza

En el segundo año del estudio en ambas fincas se encontraron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de preñez, parición y eficiencia del hato, siendo la finca convencional la que obtuvo los mejores resultados; pero no así en el porcentaje de preñez, donde el mejor resultado continúa siendo para la finca orgánica y en el porcentaje de terneros destetados donde estadísticamente no hay evidencia de diferencia significativa entre ambas fincas.

Tabla 15: índices reproductivos y eficiencia del hato en el tercer año del estudio

Año 2006				
Índice	% preñez	% parición	% destete	Eficiencia hato
$\hat{\beta}$	0,22	0,55	0,55	0,02
$\hat{\sigma}$	0,78	0,45	0,45	0,98
$\hat{\beta}_1$	0,32	0,63	0,47	0,02
$\hat{\beta}_2$	0,16	0,5	0,61	0,03
numerador	0,16	0,14	-0,14	-0,02
denominador	$2,7 \times 10^{-3}$	$4 \times 10^{-3}$	$3,9 \times 10^{-3}$	$2 \times 10^{-4}$
raíz del denominador	0,05	0,06	0,06	0,01
Z calculada	3,05	2,17	-2,24	-1,16
Valor crítico Z	-1,96 y 1,96			
$H_0: PF1 = PF2$	Se rechaza	Se rechaza	Se rechaza	Se acepta

En el tercer año del estudio se muestra como a pesar de que se encontró diferencia significativa entre las fincas en cuanto a los índices reproductivos, en este año la finca convencional mantuvo su ventaja sobre la orgánica en todas las variables excepto en el porcentaje de preñez, estadísticamente no se evidencia diferencia significativa en lo que respecta a la eficiencia del hato.

Una explicación razonable para el comportamiento de los índices reproductivos y la eficiencia del hato, a través de los tres años que comprendió el estudio, la podemos encontrar si regresamos al gráfico 1 "peso animal/ha de pasto, unidades animales en el hato y recurso pasto". Donde se muestra que la finca orgánica es más intensiva en el uso del recurso pasto, en el primer y segundo año esta finca superó a la finca convencional hasta en más de un cien por ciento el peso animal por hectárea y en la carga en unidades ganaderas por ha. En ese gráfico se puede ver cómo a medida que se va disminuyendo la carga animal por hectárea de pasto, en la finca orgánica, se incrementa la significancia de la diferencia en los índices reproductivos y como al disminuir la cantidad de animales usados para la producción (en la finca orgánica) desaparece la diferencia significativa en la eficiencia de los hatos.

Prueba dentro de cada finca

Tabla 16: Prueba de hipótesis para los machos fenotipos BR y SI de la finca orgánica

Machos de la finca orgánica						
Variables e indicadores	Psnacadjust	EdadDDT	Psadj205d	Xgancid205d	Psadj550d	Xgancid550d
Varianza BR	4,94	1117,63	1251,6	0,03	1185,94	$3 \times 10^{-4}$
Varianza SI	6,9	254,25	528,96	0,01	603,77	$2 \times 10^{-4}$
G.L. BR	37					
G.L. SI	13					
Valor crítico F de Snedecor	$F_{n1-1,n2-1,a}=0,44$ $F_{n1-1,n2-1,1-a}=2,29$		$F_{n1-1,n2-1,a}=0,36$ $F_{n1-1,n2-1,1-a}=2,78$			
Relación de varianza	1,4	4,4	2,37	3	1,96	1,72
H <sub>0</sub> : BR = SI	Se acepta	Se rechaza	Se rechaza	Se rechaza	Se acepta	Se acepta

En la finca orgánica los terneros machos fenotipos BR y SI estadísticamente no muestran diferencia significativa en los pesos al nacimiento ajustados para la edad de la madre (Psnacadjust), peso ajustado a los 550 días (Psadj550d) ni en el promedio de la ganancia diaria a los 550 días (Xgancid550). Se observa diferencia significativa en la edad al destete (EdadDDT), peso ajustado a los 205 días (Psadj205d) y promedio de la ganancia diaria de peso a los 205 días (Xgancid205d), en los que el fenotipo BR está por encima del fenotipo SI.

Tabla 17: prueba de hipótesis para las hembras fenotipos BR y SI de la finca orgánica

Hembras de la finca orgánica						
Variables e indicadores	Psnacadjust	EdadDDT	Psadj205d	Xgancid205d	Psadj550d	Xgancid550d
Varianza BR	7,42	782,36	770,4	0,02	745,46	$1,8 \times 10^{-4}$
Varianza SI	2,08	160,89	1763,37	0,04	1627,83	$1,9 \times 10^{-4}$
G.L. BR	39					
G.L. SI	10					
Valor crítico F Snedecor	$F_{n1-1,n2-1,a}=0,31$ $F_{n1-1,n2-1,1-a}=3,26$		$F_{n1-1,n2-1,a}=0,42$ y $F_{n1-1,n2-1,1-a}=2,39$			
Relación de varianza	3,56	4,86	2,29	2,29	2,18	1,05
H <sub>0</sub> : BR = SI	Se rechaza	Se rechaza	Se acepta	Se acepta	Se acepta	Se acepta

Estadísticamente en las hembras fenotipos BR y SI de la finca orgánica, existe diferencia significativa a favor del fenotipo BR en el peso al nacimiento ajustado para la edad de la madre (Psnacadjust), edad al destete (EdadDDT) no así en el peso ajustado a los 205 días (Psadj205d), promedio de la ganancia diaria a los 205 días (Xgancid205d), peso ajustado a los 550 días (Psadj550d) y ganancia diaria a los 550 días.

Tabla 18: Prueba de hipótesis para los machos fenotipos BR y SI de la finca convencional

Machos de la finca no orgánica						
VARIABLES e indicadores	Psnacadjust	EdadDDT	Psadj205d	Xgancid205d	Psadj550d	Xgancid550d
Varianza BR	0,87	10136,78	312,16	0,01	427,05	$6 \times 10^{-4}$
Varianza SI	17,92	3939,3	1890,89	0,05	1839,96	$2 \times 10^{-4}$
G.L. BR	8					
G.L. SI	44					
Valor crítico F Snedecor	$F_{n1-1,n2-1,a}=0,26$ $F_{n1-1,n2-1,1-a}=3,84$	$F_{n1-1,n2-1,a}=0,4$ $F_{n1-1,n2-1,1-a}=2,53$	$F_{n1-1,n2-1,a}=0,26$ y $F_{n1-1,n2-1,1-a}=3,84$			$F_{n1-1,n2-1,a}=0,4$ $F_{n1-1,n2-1,1-a}=2,53$
Relación de varianza	20,59	2,57	6,06	6,25	4,31	3,21
H <sub>0</sub> : BR = SI	Se rechaza	Se rechaza	Se rechaza	Se rechaza	Se rechaza	Se rechaza

Estadísticamente hay diferencia significativa entre los machos del fenotipo SI y los machos BR de la finca convencional en todas las variables estudiadas, el fenotipo SI supera al BR en peso al nacimiento ajustado para la edad de la madre (Psnacadjust), peso ajustado a los 205 días (Psadj205d), promedio de la ganancia diaria ajustada a los 205 días (Xgancid205d), peso ajustado a los 550 días (Psadj550d); pero el fenotipo BR se desteta a una edad mayor y tiene mayor ganancia diaria a los 550 días que el SI.

Como se puede observar, el hecho que el fenotipo BR se destete a una edad significativamente mayor que el SI, pero que aún así el fenotipo SI lo supere en (Psadj205d) y (Xgancid205d); parece contradecir lo que se ha venido sosteniendo como posible hipótesis de causa y efecto en los tratamientos anteriores, que al destetar a los terneros a mayor edad les proporciona ventaja en (Psadj205d) y (Xgancid205d) sobre los terneros destetados más jóvenes. Una posible explicación a esta supuesta anomalía es que la mayoría de los terneros SI en los primeros meses de vida son manejados como candidatos para convertirlos en animales de exposición, por lo que hasta que no se les observen características

indeseadas tienen mejores oportunidades de acceso a alimentos tipo concentrados, por lo que se sospecha que a pesar de los esfuerzos realizados para evitar las comparaciones entre animales con marcadas diferencias en oportunidades para lograr su desarrollo, involuntariamente se han incluido suficientes unidades muestrales de este tipo de terneros que causan suficiente distorsión en los resultados.

Tabla 19: Prueba de hipótesis para las hembras fenotipos BR y SI de la finca convencional

Hembras de la finca no orgánica						
Variables e indicadores	Psnacadjust	EdadDDT	Psadj205d	Xgancid205d	Psadj550d	Xgancid550d
Varianza BR	17,34	3190,57	630,29	0,01	588,08	$10^{-4}$
Varianza SI	21,25	2871,95	3259,14	0,08	3187,63	$7 \times 10^{-4}$
G.L. BR	11					
G.L. SI	41					
Valor crítico F Snedecor	$F_{n1-1,n2-1,a}=0,33$ $F_{n1-1,n2-1,1-a}=3,06$	$F_{n1-1,n2-1,a}=0,43$ $F_{n1-1,n2-1,1-a}=2,34$	$F_{n1-1,n2-1,a}=0,33$ y $F_{n1-1,n2-1,1-a}=3,06$			
Relación de varianza	1,23	1,11	5,17	5,17	5,42	5,33
H <sub>0</sub> : BR = SI	Se acepta	Se acepta	Se rechaza	Se rechaza	Se rechaza	Se rechaza

Las hembras fenotipo BR únicamente son similares a las SI en peso al nacimiento ajustado para la edad y raza de la madre y en la edad al destete.

## Pruebas de hipótesis entre fincas

Tabla 20: Prueba de hipótesis entre fincas para los machos

Machos de la finca orgánica y convencional						
Variables e indicadores	Psnacadjust	EdadDDT	Psadj205d	Xgancid205d	Psadj550d	Xgancid550d
Varianza F1	5,48	889,9	1053,45	0,02	1020,69	$2 \times 10^{-4}$
Varianza F2	24,63	4805,39	1778,29	0,04	1781,93	$2,6 \times 10^{-4}$
G.L. F1	51					
G.L. F2	53					
Valor crítico F Snedecor	$F_{n1-1, n2-1, a} = 0,57$ y $F_{n1-1, n2-1, 1-a} = 1,76$					
Relación de varianza	4,49	5,4	1,69	1,68	1,75	1,58
H <sub>0</sub> : F1 = F2	Se rechaza	Se rechaza	Se acepta	Se acepta	Se acepta	Se acepta

Estadísticamente los terneros de la finca orgánica y convencional únicamente se diferencian en el peso al nacimiento ajustado para la edad de la madre (Psnacadjust) y la edad al destete (edadDDT), los terneros de la finca no orgánica nacen con mayor peso, pero se destetan a una mayor edad.

Tabla 21: Prueba de hipótesis entre fincas para las hembras

Hembras de la finca orgánica y no orgánica						
Variables e indicadores	Psnacadjust	EdadDDT	Psadj205d	Xgancid205d	Psadj550d	Xgancid550d
Varianza F1	6,37	925,12	936,62	0,02	894,99	0,02
Varianza F2	29,11	2774,69	2618,64	0,06	2556,74	0,06
G.L. F1	56					
G.L. F2	53					
Valor crítico de Fisher	$F_{n1-1, n2-1, a} = 0,57$ y $F_{n1-1, n2-1, 1-a} = 1,76$					
Relación de varianza	4,57	3	2,8	2,8	2,86	2,8
H <sub>0</sub> : F1 = F2	Se rechaza					

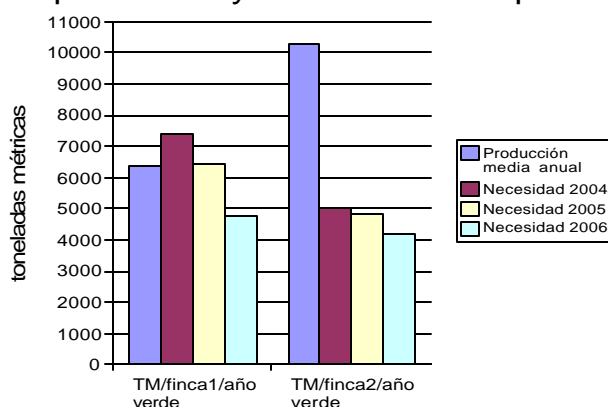
Entre las hembras de la finca orgánica y convencional existe evidencia estadística que indica diferencias significativas entre las terneras de una finca y la otra, las que provienen de la finca convencional superan en todas las variables observadas

a las que provienen de la finca orgánica, el único punto en contra que en este caso tienen las terneras no orgánicas es que son destetadas a una mayor edad que las orgánicas y como se mencionó anteriormente es probable que su oportunidad de acceder a alimentos concentrados sea mayor que para las terneras orgánicas. Esto es muy importante porque ambas ventajas en cuanto al acceso a los alimentos son determinantes en los resultados de los pesos a los 205 y 550 días así como en las respectivas ganancias diarias.

## PASTOS

Se realizaron muestreos aleatorios mensuales en los distintos potreros de las fincas estudiadas para determinar la disponibilidad de pasto por finca y por mes, que en combinación con los datos del peso vivo de cada hato sirvieron para determinar la disponibilidad y la necesidad de cada finca.

Disponibilidad y necesidades de pasto



Este gráfico 16 muestra el comportamiento de la oferta y demanda de pasto en el periodo estudiado, aunque como se muestra aquí, en el caso de la finca 1 (orgánica) únicamente se presentó déficit en el año 2004 mientras que en la finca 2 (convencional) la oferta es mucho mayor que la demanda del periodo estudiado, en la realidad a lo largo de cada año estudiado en ambas fincas se presentaron déficit de pasto por las siguientes razones:

1. La producción de alimento se concentra en dos momentos de la época de lluvias, que dura de mayo a noviembre, sin embargo, entre mayo y noviembre se presenta un periodo canicular acentuado, que a veces dura más de un mes, que influye en la merma de la producción de pasto porque recuérdese que el suministro de agua para este cultivo depende exclusivamente de las precipitaciones de lluvia.
2. La forma actual de explotación de los potreros no permite un aprovechamiento eficiente ni eficaz.
3. La conservación de la producción excedente de alimento que se da en la época de lluvias es insuficiente para satisfacer las necesidades de la época seca.

## Precipitación por año y norma histórica

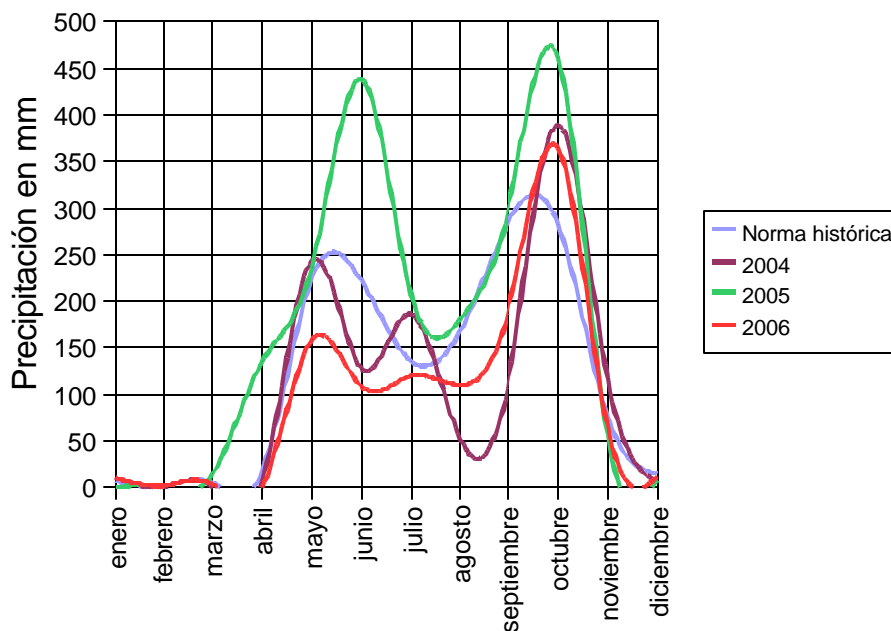
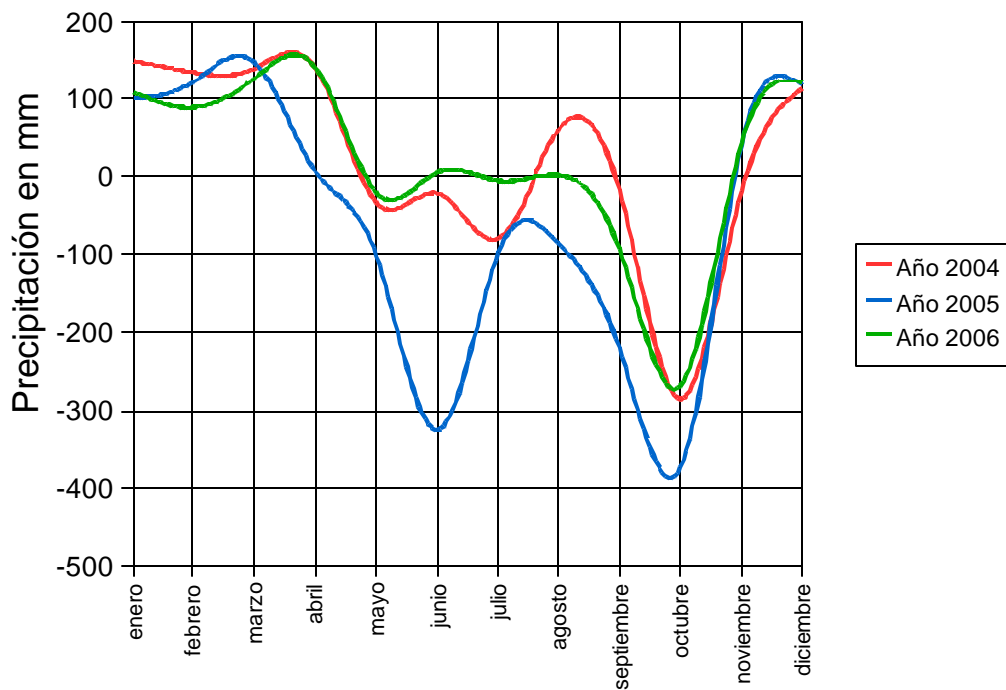


Gráfico 17.



Este gráfico (17) muestra el comportamiento de las precipitaciones en el periodo estudiado y también la norma histórica, precipitaciones que son la única forma de suministro de agua para los pastizales y en el siguiente gráfico (18) se aprecian las necesidades de agua que tiene el cultivo de pasto a lo largo de cada año del periodo estudiado.

## Necesidades de precipitación mensual



### Promedios: necesidades vs.precipitado

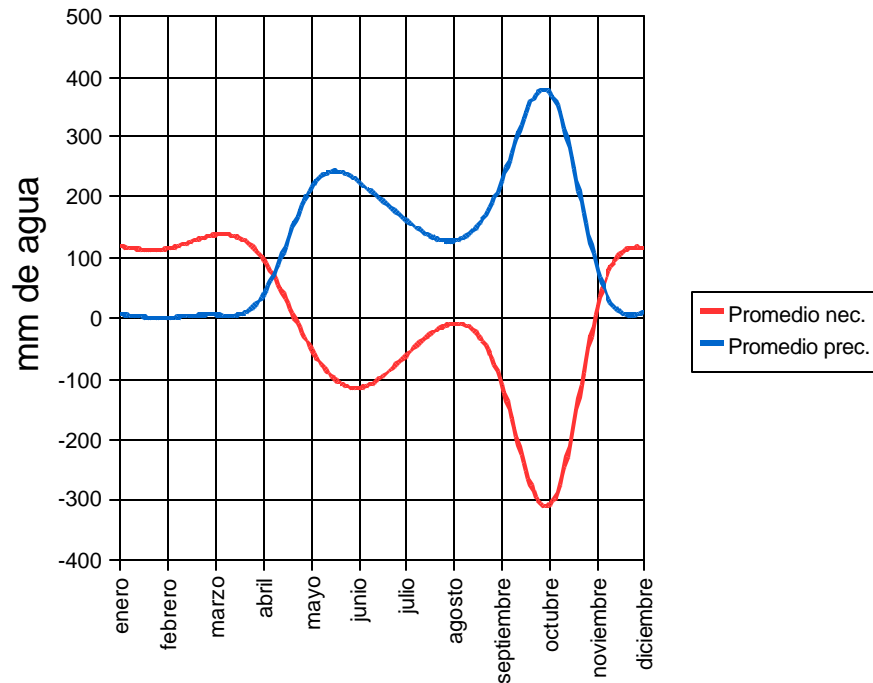
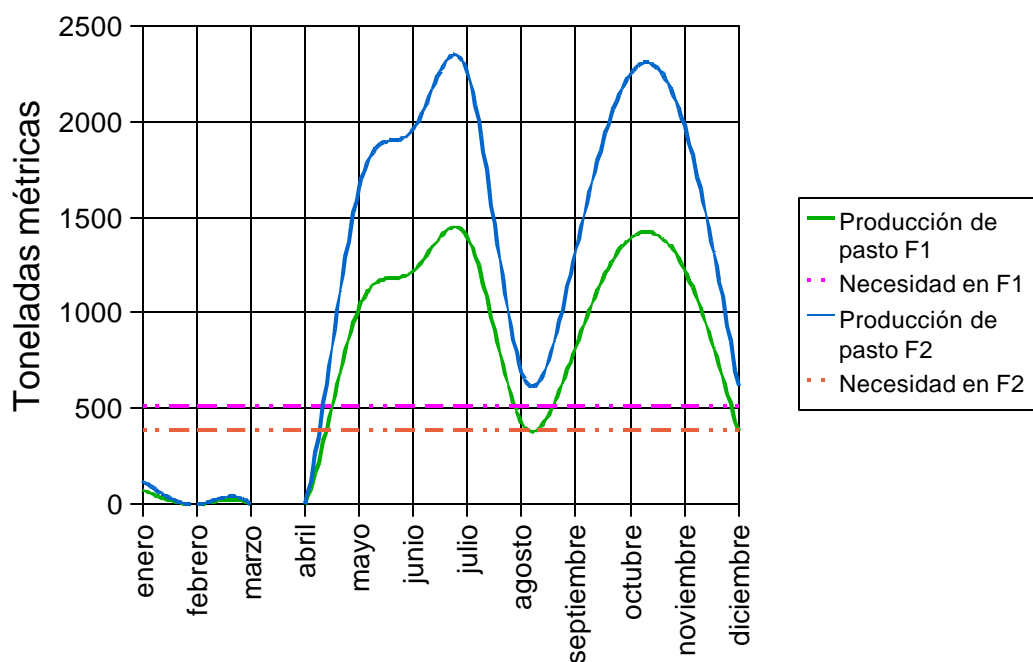


Gráfico 19. Al combinar los promedios de las precipitaciones ocurridas en las fincas y las necesidades de agua calculadas para el pasto se obtuvo este gráfico en el que cada curva casi es una imagen especular de la otra, es decir, que se presenta una relación casi inversa entre la disponibilidad de agua y las necesidades, pero tórnese en cuenta que en el cálculo de la disponibilidad de agua no se pudo incluir la parte que contiene el suelo, que es cambiante diariamente, por no contar con los instrumentos necesarios y además en la estación meteorológica de referencia no hay disponibilidad de algunas variables que se deben medir diariamente para hacer preciso el cálculo de la disponibilidad de agua, esto quiere decir que, estos cálculos no son apropiados para programar intervalos y dosis de riego, sin embargo, para programar cosechas de excedente de pasto pueden servir ya que existe una relación bastante proporcional, hasta cierto umbral, entre las precipitaciones y la satisfacción de las necesidades de agua del pasto con el incremento de la producción.

## Disponibilidad y necesidad de pasto en el año



En este gráfico (20) se aprecia mejor cómo las curvas de disponibilidad de pasto siguen un comportamiento bastante parecido al de las curvas de precipitaciones y en qué periodos hay escasez de alimento, aunque no se logra mostrar la magnitud real del déficit de alimento debido a que no se tomó en cuenta la eficiencia y la eficacia en el aprovechamiento de los potreros, lo observado en las fincas sugiere que empieza a darse un problema con la alimentación a partir de diciembre de cada año anterior, alcanza su punto más crítico en abril y comienzos de mayo, posteriormente con en el periodo de lluvias ya establecido a mediados o finales de mayo se presentan dificultades entre finales de julio hasta inicios de septiembre. Aquí se presentan las necesidades y las disponibilidades de pasto para cada finca (F1 es finca orgánica y F2 convencional): las necesidades permanecen constantes porque se calcularon con la carga media anual de cada hato.

El gráfico claramente muestra que la finca convencional tiene una mayor producción de pasto y una menor necesidad de alimentos. La prueba de hipótesis efectuada en ambas fincas, con las mediciones obtenidas de los muestreos aleatorios, no dan indicios estadísticos de que exista diferencia significativa en la productividad de pasto en ambas fincas. Por lo tanto la diferencia en la producción de alimento radica en la mayor área efectiva de pasto encontrada en la finca no

orgánica 252 ha y 154 ha en la finca orgánica. Por su parte las diferencias en las necesidades responden a las diferencias de peso vivo total de cada hato, en la finca no orgánica hay más necesidades porque hay mayor cantidad de animales, que en conjunto hacen un mayor peso vivo, que en la finca no orgánica y no porque los animales sean más pesados en la finca orgánica que en la no orgánica.

Tabla 22: Prueba de hipótesis sobre la productividad de pasto en las fincas

Variable	Producción mensual de pasto TM/hectárea
Varianza de pasto en F1	332497,56
Varianza de pasto en F2	868623,39
Grados de libertad en F1	11
Grados de libertad en F2	11
Valor crítico F de Snedecor	$F_{n1-1, n2-1, \alpha} = 0,29$ y $F_{n1-1, n2-1, 1-\alpha} = 3,48$
Relación de varianza	2,61
$H_0: F1 = F2$	Se acepta

Esta es la tabla en la que se muestra el resultado de la prueba de hipótesis para la productividad mensual de pasto por finca, el resultado es que estadísticamente no existe diferencia significativa entre las fincas.

## Capítulo III

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

*Se concluye que:*

En las vacas de las dos fincas estudiadas, no hay indicios estadísticos suficiente para afirmar que hay diferencias significativas, excepto en la cantidad de terneros producidos para reemplazos y en desarrollo.

En los índices reproductivos: porcentaje de preñez, parición y destete; de las dos fincas, había indicios estadísticos que indicaban que en el año 2004 existía diferencia significativa en el porcentaje de preñez, en el siguiente año, además existió diferencia significativa en el porcentaje de parición y finalmente en el año 2006 se presentó diferencia significativa en los tres índices reproductivos. En todo el periodo de estudio la finca no orgánica superó a la orgánica en los índices reproductivos y productivos, excepto en el porcentaje de preñez.

La eficiencia de los hatos en las dos fincas muestran indicios suficientes para afirmar que existió diferencia significativa en los años 2004 y 2005 no así en 2006. En los primeros dos años la finca no orgánica superó a la orgánica.

En la finca orgánica estadísticamente entre los machos fenotipo BR y SI había diferencia significativa en la edad al destete (EdadDDT), peso ajustado a los 205 días (Psadj205d) y promedio de la ganancia diaria de peso a los 205 días (Xgancid205d), en los que el fenotipo BR está por encima del fenotipo SI. No hubo suficiente evidencia estadística que indicara diferencia significativa en los pesos al nacimiento ajustados para la edad de la madre (Psnacadjust), peso ajustado a los 550 días (Psadj550d) ni en el promedio de la ganancia diaria a los 550 días (Xgancid550).

En la finca orgánica estadísticamente entre las hembras fenotipo BR y SI existe diferencia significativa a favor del fenotipo BR en el peso al nacimiento ajustado para la edad de la madre (Psnacadjust), edad al destete (EdadDDT); no así en el peso ajustado a los 205 días (Psadj205d), promedio de la ganancia diaria a los 205 días (Xgancid205d), peso ajustado a los 550 días (Psadj550d) y ganancia diaria a los 550 días.

En la finca no orgánica estadísticamente entre los machos fenotipo BR y SI existe diferencia significativa en todas las variables estudiadas, el fenotipo SI supera al

BR en el peso al nacimiento ajustado para la edad de la madre (Psnacadjust), peso ajustado a los 205 días (Psadj205d), promedio de la ganancia diaria ajustada a los 205 días (Xgancid205d), peso ajustado a los 550 días (Psadj550d); pero el fenotipo BR se desteta a una edad mayor y tiene mayor ganancia diaria que el SI a los 550 días.

En la finca no orgánica estadísticamente entre las hembras fenotipo BR y SI existe diferencia significativa en todas las variables analizadas, excepto en la edad al destete, el fenotipo SI supera al BR.

Estadísticamente hay evidencia de diferencia significativa en los machos de las dos fincas, únicamente en el peso al nacimiento ajustado para la edad de la madre (Psnacadjust) y la edad al destete (edadDDT); los terneros de la finca no orgánica nacen con mayor peso y se destetan a una mayor edad, pero son semejantes en las otras variables.

Estadísticamente hay evidencia de diferencia significativa en las hembras de las dos fincas en todas las variables analizadas. Las terneras no orgánicas superan a las orgánicas.

Todo parece indicar que las diferencias encontradas en los terneros, en cada finca, se deben más a la oportunidad de acceso a los alimentos y no propiamente al fenotipo de los mismos, ni a la forma de producción de cada sistema de producción.

En el año 2004 y 2005 la oferta anual de pasto en la finca orgánica fue superada por la demanda, sin embargo, al reducir la carga animal en el año 2006 finalmente la oferta anual superó a la demanda anual. En la finca no orgánica en todo momento la oferta anual superó a la demanda y aunque esto ocurría se presentaron momentos críticos en la disponibilidad de pasto, ya al igual que en la finca orgánica, a lo largo del año, por problemas en la eficiencia y eficacia en la explotación de los potreros y además por la producción de pasto, marcadamente estacional, que se concentró en la época de lluvias.

Las necesidades de agua calculadas para el pasto en ambas fincas y las precipitaciones registradas tiene un uso limitado a tres casos: a la programación de la cosecha excedente del pasto producido en la época de lluvia, el manejo de los potreros y a la identificación de los periodos en que el pasto merma su producción debido al estrés hídrico o a las condiciones de marchitez absoluta que

se presentan a lo largo del año.

La disponibilidad de pasto a lo largo del año, en ambas fincas, disminuye a partir de diciembre de cada año anterior por el estrés hídrico al que se somete el cultivo y alcanza su punto mínimo entre abril y mayo por las condiciones de marchitez absoluta que imperan en los potreros. Cuando la época de lluvia ya está establecida se registra disminución en la disponibilidad de pasto entre finales de julio e inicios de septiembre. Ese comportamiento es únicamente debido a la satisfacción hídrica o no, que el cultivo tenga a lo largo del año, pero la presión que en cada finca se ejerce por la intensividad de cada área efectiva de pasto sumado con la poca eficiencia y eficiencia en la explotación de los potreros acentúan el problema de escasez de pasto.

Se concluye que en la productividad de pasto estadísticamente no se encontró diferencia significativa entre ambas fincas y la diferencia en la producción de pasto se atribuye a que en la finca no orgánica se cuenta con 39 por ciento más de área efectiva de pasto que en la finca orgánica.

En todas las pruebas realizadas y por lo observado en campo, existe indicio que las diferencias encontradas en las fincas estudiadas se pueden atribuir a las oportunidades de acceso a los alimentos.

Se concluye que las diferencias significativas encontradas son influenciadas por la disponibilidad y consumo de alimentos y no por el tipo de sistema productivo.

Se recomienda:

Priorizar las mejoras en la alimentación del ganado en ambos sistemas de producción tanto en cantidad como en calidad y constancia a lo largo del año mediante las distintas formas y técnicas de conservación de alimentos. Tomando en cuenta las épocas críticas y de sobreproducción de pastos.

Realizar investigaciones que aborden la calidad nutritiva de los pastos usados a nivel nacional y de otros recursos alimenticios que pueden encontrarse en las fincas.

En los profesionales del sector agropecuario y las instituciones competentes promover y exigir el uso de datos agrometeorológicos más sistemáticos que sirvan para la planificación de la producción.

Incentivar el uso de los sistemas de registro en las fincas, que proporcionen datos útiles tanto para la toma de decisiones en las fincas como para la investigación científica.

Incentivar la eficiencia y eficacia en el aprovechamiento de los potreros, intensificando más el uso de los potreros, mejorando la cobertura de pasto y rotando racionalmente los animales estimando la capacidad de cada potrero.

De los distintos cultivos forrajeros existentes en el país, investigar los factores de rendimiento para la predicción de la reducción en la productividad de los cultivos y usar esa información en el manejo de las fincas.

Fomentar la producción ganadera orgánica, dada su viabilidad y las tendencias de los consumidores a nivel mundial. Los principales problemas encontrados en la ganadería bovina orgánica estudiada son los mismos encontrados en la ganadería convencional.



## **Bibliografía:**

1. ALLEN Richard G., PEREIRA Luis S., RAES Dirk y SMITH Martin. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 1998. 322 pp. M-56. ISBN 92-5-104219-5.
2. Beef Improvement Federation, Uniform Guidelines for Beef Improvement Programs, 8th edition. USA, 1996.
3. Carne de bovino, Nicaragua 2004-2005; Dirección de Política Comercial Externa, Ministerio de Fomento, Industria y Comercio. Ficha por Producto Carne Bovina.
4. CASTALDO, Ariel Osvaldo. Caracterización de los Sistemas de Producción Bovina (Invernada) en el Nordeste de la Provincia de la Pampa (Argentina). Modelos de Producción. Tesis para optar al grado de Doctor en Veterinaria, 2003. 249 p.
5. Censo Nacional Agropecuario, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Forestal, CD ROM, 2001.
6. DANIEL, Wayne W. Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud. pp. 290, 291, 296 y 297. ISBN 968-18-5196-X. México, 1999.
7. Departamento de Suelos y Ordenamiento Territorial, Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. Managua, 2007.
8. Dirección General de Meteorología, Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. Managua, 2007.
9. D.M.V. SÁENZ Scott, Carlos Rodolfo. Comunicación personal, mayo de 2005.

10. GARCÍA Antón, ACERO de la CRUZ Raquel, PEREA José. En su: Libro Virtual de Economía y Gestión; Departamento de Producción Animal; Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba. España. 2007. Capítulo VII.
11. HARGREAVES, G.H., SAMANI Z.A., Reference Crop Evapotranspiration from Temperature. Applied Eng. in Agric. 1 (2). pp 96-99. (1985).
12. KÖBRICH, Claus. Actitud y Comportamiento de los Consumidores de Países Desarrollados y Perspectiva para América Latina, Unidad de Economía Agraria, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. 2006.
13. ORTEGA-FARIAS Samuel, LEYTON Ben-Hur, VALDÉS Hector y PAILLÁN Hernán. Efecto de Cuatro Láminas de Agua Sobre el Rendimiento y Calidad de Tomates de Invernadero Producido en Primavera-Verano. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Horticultura. Chile. 2003.
14. Report on the Organic and Natural Industry, Market Opportunities for Producer and Retail Cooperatives, April 2006.
15. TAKAGI, Shigeru. Manual de Manejo para Engorde de Ganado Bovino, Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia. 2006.
16. USDA Foreign Agricultural Service; U.S. Market Profile for Organic Food Products; February 22, 2005.

## **ANEXOS**

VARIABLES METEOROLÓGICAS USADAS EN EL CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LOS PASTOS

<b>Promedio mensual de la radiación solar extraterrestre <math>R_s</math> (enMJ m<sup>2</sup>día<sup>-1</sup>)</b>							
<i>Mes/año</i>	<i>2004</i>		<i>2005</i>		<i>2006</i>		<i>Datos de 1998</i>
<i>Finca</i>	Finca 1	Finca 2	Finca 1	Finca 2	Finca 1	Finca 2	<i>Según FAO ~</i>
Enero	38,95	38,95	38,95	38,95	38,95	38,95	30,9
Febrero	39,6	39	39,61	39,61	39,61	39,61	33,8
Marzo	39,05	39,05	39,07	39,08	39,07	39,08	36,5
Abril	38,38	39,1	38,4	38,41	38,4	38,41	38
Mayo	37,84	39,14	37,86	37,86	37,86	37,86	38
Junio	36,67	39,18	36,73	36,73	36,73	36,73	37,6
Julio	34,3	39,22	34,39	34,38	34,39	34,38	37,6
Agosto	31,33	39,26	31,38	31,37	31,38	31,37	37,8
Septiembre	29,39	39,3	29,4	29,38	29,4	29,38	36,9
Octubre	29,88	39,33	29,75	29,74	29,75	29,74	34,5
Noviembre	32,81	39,37	32,52	32,5	32,52	32,5	31,5
Diciembre	36,4	39,4	36,23	36,22	36,23	36,22	30

<b>Promedio mensual de la radiación solar de onda corta <math>R_s</math> (enMJ m<sup>2</sup>día<sup>-1</sup>)</b>							
<i>Mes/año</i>	<i>2004</i>		<i>2005</i>		<i>2006</i>		<i>Norma histórica</i>
<i>Finca</i>	Finca 1	Finca 2	Finca 1	Finca 2	Finca 1	Finca 2	<i>Según INETER</i>
Enero	19,42	19,42	18,61	18,61	18,73	18,73	18,29
Febrero	20,42	20,11	20,09	20,09	19,4	19,4	19,89
Marzo	19,47	19,47	20,47	20,48	19,82	19,82	21,83
Abril	19,79	20,16	19,8	19,81	20,01	20,02	21,45
Mayo	25,57	26,45	18,54	18,54	19,09	19,09	20,22
Junio	15,77	16,85	16,75	16,75	16,99	16,98	17,99
Julio	15,54	17,77	15,69	15,68	16,01	16,01	17,99
Agosto	15,07	18,88	13,6	13,59	15,28	15,27	18,18
Septiembre	14,65	19,59	12,54	12,54	14,48	14,48	17,78
Octubre	14,63	19,26	12,59	12,59	13,48	13,47	17,74
Noviembre	14,86	17,83	14,73	14,72	15,83	15,82	17,21
Diciembre	16,37	17,72	17,2	17,2	17,31	17,31	16,75

Descripción:	Finca 1	Finca 2
Latitud N	11°45'09.36''	11°43'37.49''
Longitud O	86°13'02.42''	86°14'34.51''
Altura snm (m)	220	120
Presión atmosférica (kPa)	98,73	99,89
Calor latente de vaporización (?) MJ kg <sup>-1</sup>	2,45	2,45
Cp calor específico a presión constante 1.013*10 <sup>-3</sup> [MJ kg <sup>-1</sup> °C <sup>-1</sup> ]	0,001013	0,001013
Cociente del peso molecular de vapor de agua/aire seco e	0,622	0,622
Constante psicrométrica (?) [kPa °C <sup>-1</sup> ]	0,0656	0,0664
Logaritmo natural e	2,7183	2,7183
Constante solar G <sub>sc</sub> (enMJ m <sup>-2</sup> min <sup>-1</sup> )	0,082	0,082
Albedo a para evapotranspiración de referencia	0,23	0,23
Stefan-Boltzmann s MJ K <sup>-4</sup> m <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup>	0	0
Velocidad del viento a 2m del suelo 2 m s <sup>-1</sup>	2	2

VARIABLES meteorológicas usadas en el cálculo de la evapotranspiración de los pastos (continuación)

Promedio mensual de la radiación solar de onda corta sin nubes R <sub>so</sub> (en MJ m <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup> )						
Mes/año	2004		2005		2006	
Finca	Finca 1	Finca 2	Finca 1	Finca 2	Finca 1	Finca 2
Enero	29,38	29,3	29,38	29,3	29,38	29,3
Febrero	29,88	29,34	29,88	29,81	29,88	29,81
Marzo	29,46	29,38	29,48	29,41	29,48	29,41
Abril	28,96	29,42	28,97	28,9	28,97	28,9
Mayo	28,54	29,45	28,56	28,49	28,56	28,49
Junio	27,67	29,48	27,71	27,63	27,71	27,63
Julio	25,87	29,51	25,94	25,87	25,94	25,87
Agosto	23,64	29,54	23,67	23,6	23,67	23,6
Septiembre	22,17	29,57	22,18	22,11	22,18	22,11
Octubre	22,54	29,59	22,44	22,37	22,44	22,37
Noviembre	24,75	29,62	24,53	24,45	24,53	24,45
Diciembre	27,46	29,64	27,33	27,25	27,33	27,25

Promedio mensual de la radiación solar neta de onda corta RSO (en MJ m <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup> )						
Mes/año	2004		2005		2006	
Finca	Finca 1	Finca 2	Finca 1	Finca 2	Finca 1	Finca 2
Enero	14,95	14,95	14,33	14,33	14,42	14,42
Febrero	15,72	15,48	15,47	15,47	14,94	14,94
Marzo	14,99	14,99	15,76	15,77	15,26	15,26
Abril	15,24	15,52	15,25	15,25	15,41	15,41
Mayo	19,69	20,37	14,28	14,28	14,7	14,7
Junio	12,14	12,98	12,9	12,9	13,08	13,08
Julio	11,96	13,68	12,08	12,08	12,33	12,33
Agosto	11,6	14,54	10,47	10,47	11,76	11,76
Septiembre	11,28	15,09	9,66	9,65	11,15	11,15
Octubre	11,27	14,83	9,7	9,69	10,38	10,37
Noviembre	11,44	13,73	11,34	11,34	12,19	12,18
Diciembre	12,61	13,64	13,25	13,24	13,33	13,33

Promedio mensual de la radiación solar de onda larga $R_{nl}$ (en $\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ )							
Mes/año	2004		2005		2006		
Finca	Finca 1	Finca 2	Finca 1	Finca 2	Finca 1	Finca 2	
Enero		2,9	2,92	4,69	4,71	4,74	4,76
Febrero		2,41	2,42	2,76	2,77	4,89	4,91
Marzo		2,1	2,11	2,5	2,51	2,33	2,34
Abril		2,18	2,19	2,22	2,23	2,45	2,46
Mayo		3,93	3,95	1,93	1,94	2,23	2,24
Junio		1,62	1,63	1,83	1,84	1,83	1,84
Julio		1,88	1,89	1,87	1,88	1,84	1,85
Agosto		2,01	2,02	1,63	1,63	2,06	2,07
Septiembre		2,28	2,29	1,58	1,59	2,07	2,08
Octubre		2,2	2,21	1,57	1,57	1,82	1,83
Noviembre		1,92	1,93	1,93	1,94	2,16	2,17
Diciembre		1,88	1,88	2,13	2,14	2	2,01

VARIABLES METEOROLÓGICAS USADAS EN EL CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LOS PASTOS (CONTINUACIÓN)

Promedio mensual de la radiación solar neta $R_n$ (en $\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ )							
Mes/año	2004		2005		2006		
Finca	Finca 1	Finca 2	Finca 1	Finca 2	Finca 1	Finca 2	
Enero		12,05	12,03	9,64	9,62	9,68	9,66
Febrero		13,31	13,06	12,71	12,7	10,05	10,03
Marzo		12,88	12,88	13,27	13,26	12,93	12,92
Abril		13,06	13,33	13,02	13,02	12,96	12,95
Mayo		15,75	16,42	12,35	12,34	12,47	12,46
Junio		10,52	11,35	11,07	11,06	11,25	11,24
Julio		10,08	11,79	10,21	10,2	10,49	10,48
Agosto		9,59	12,52	8,85	8,83	9,71	9,69
Septiembre		9	12,79	8,08	8,06	9,08	9,06
Octubre		9,07	12,62	8,13	8,12	8,56	8,55
Noviembre		9,52	11,8	9,41	9,4	10,03	10,02
Diciembre		10,73	11,76	11,12	11,1	11,33	11,32

Flujo de calor en el suelo $G_{mes}$ ( $MJ m^{-2} día^{-1}$ )				
Mes/año	2004	2005	2006	
Enero	0,08	0,05	0,05	
Febrero	0,14	0,42	1,9	
Marzo	0,11	0,18	1,9	
Abril	0,11	-0,06	0,08	
Mayo	-0,13	-0,18	0,16	
Junio	-0,23	-0,02	0,06	
Julio	0,04	0,02	-0,12	
Agosto	0,02	-0,05	-0,08	
Septiembre	-0,06	-0,12	0,04	
Octubre	-0,05	-0,09	-0,03	
Noviembre	-0,04	0,04	-0,05	
Diciembre	-0,23	0,07	No data	

Contenido de agua del suelo en función de la textura del suelo y a una profundidad de 30.48 cm							
Textura	Punto de marchitez agua/30.48 cm		Capacidad de campo agua/30.48 cm		Capacidad de agua disponible agua/30.48 cm		
	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	
Franco arcilloso	10,2	45,72	21,5	96,52	11,3	50,8	
Arcilloso	14,7	66,04	22,6	101,6	7,9	35,56	
Corresponde a	? <sub>WP</sub>		? <sub>FC</sub>		ADT		

Variables meteorológicas usadas en el cálculo de la evapotranspiración de los pastos (continuación)

Temperatura en el año 2004 (°C)				
	T máx	T mín	T med	$T_{max} - T_{min}$
Enero	31	22,4	26,7	8,6
Febrero	32,4	23,2	27,8	9,2
Marzo	33	24,4	28,7	8,6
Abril	34	24,8	29,4	9,2
Mayo	38,2	22,4	30,3	15,8
Junio	30,7	24,3	27,5	6,4
Julio	30,5	23,4	26,95	7,1
Agosto	32,1	24,1	28,1	8
Septiembre	31,6	23	27,3	8,6
Octubre	31,4	23,1	27,25	8,3
Noviembre	30,1	23	26,55	7,1
Diciembre	30,2	23,2	26,7	7

<b>Temperatura en el año 2005 (°C)</b>				
	<b>T máx</b>	<b>T mín</b>	<b>T med</b>	$T_{\max} - T_{\min}$
Enero	27,2	19,3	23,25	7,9
Febrero	31,8	22,9	27,35	8,9
Marzo	34	24,5	29,25	9,5
Abril	34,5	25,3	29,9	9,2
Mayo	32,5	24,2	28,35	8,3
Junio	30,9	23,7	27,3	7,2
Julio	31,7	24,5	28,1	7,2
Agosto	30,9	24,4	27,65	6,5
Septiembre	30,6	24,3	27,45	6,3
Octubre	29	22,8	25,9	6,2
Noviembre	29,7	22,6	26,15	7,1
Diciembre	30,3	22,5	26,4	7,8

<b>Temperatura en el año 2006 (°C)</b>				
	<b>T máx</b>	<b>T mín</b>	<b>T med</b>	$T_{\max} - T_{\min}$
Enero	31,1	23,1	27,1	8
Febrero	31,3	23	27,15	8,3
Marzo	32,7	23,8	28,25	8,9
Abril	34,1	24,7	29,4	9,4
Mayo	33,5	24,7	29,1	8,8
Junio	31,4	24	27,7	7,4
Julio	31,7	24,2	27,95	7,5
Agosto	32,3	24,1	28,2	8,2
Septiembre	31,7	23,3	27,5	8,4
Octubre	31	23,9	27,45	7,1
Noviembre	30,5	22,3	26,4	8,2
Diciembre	30,9	23	26,95	7,9

Variables meteorológicas usadas en el cálculo de la evapotranspiración de los pastos (continuación)



<b>Presión de vapor a saturación (e°) en función de la temperatura T[kPa]</b>						
Mes/año	2004		2005		2006	
	e°(Tmáx)	e°(Tmín)	e°(Tmáx)	e°(Tmín)	e°(Tmáx)	e°(Tmín)
Enero	4,49	2,71	3,61	2,24	4,52	2,83
Febrero	4,86	2,84	4,7	2,79	4,57	2,81
Marzo	5,03	3,06	5,32	3,07	4,95	2,95
Abril	5,32	3,13	5,47	3,22	5,35	3,11
Mayo	6,7	2,71	4,89	3,02	5,17	3,11
Junio	4,42	3,04	4,47	2,93	4,6	2,98
Julio	4,37	2,88	4,67	3,07	4,67	3,02
Agosto	4,78	3	4,47	3,06	4,84	3
Septiembre	4,65	2,81	4,39	3,04	4,67	2,86
Octubre	4,6	2,83	4,01	2,78	4,49	2,97
Noviembre	4,27	2,81	4,17	2,74	4,37	2,69
Diciembre	4,29	2,84	4,32	2,73	4,47	2,81

<b>Presión de vapor a saturación (e<sub>s</sub>) en función de la temperatura T[kPa] y pendiente ?</b>						
Mes/año	2004		2005		2006	
	e <sub>s</sub>	? kPa C <sup>-1</sup>	e <sub>s</sub>	? kPa C <sup>-1</sup>	e <sub>s</sub>	? kPa C <sup>-1</sup>
Enero	3,6	0,21	2,92	0,17	3,67	0,21
Febrero	3,85	0,22	3,75	0,21	3,69	0,21
Marzo	4,04	0,23	4,2	0,23	3,95	0,22
Abril	4,22	0,24	4,35	0,24	4,23	0,24
Mayo	4,7	0,25	3,96	0,22	4,14	0,23
Junio	3,73	0,21	3,7	0,21	3,79	0,22
Julio	3,62	0,21	3,87	0,22	3,85	0,22
Agosto	3,89	0,22	3,76	0,22	3,92	0,22
Septiembre	3,73	0,21	3,71	0,21	3,77	0,21
Octubre	3,71	0,21	3,39	0,2	3,73	0,21
Noviembre	3,54	0,2	3,46	0,2	3,53	0,2
Diciembre	3,57	0,21	3,52	0,2	3,64	0,21

<b>Presión real de vapor (ea) en[ kPa] por finca</b>						
Mes/año	2004		2005		2006	
	Finca 1	Finca 2	Finca 1	Finca 2	Finca 1	Finca 2
Enero	2,15	2,14	2,24	2,24	2,83	2,83
Febrero	2,83	2,83	2,79	2,79	2,81	2,81
Marzo	3,06	3,06	3,07	3,07	2,95	2,95
Abril	3,13	3,13	3,22	3,22	3,11	3,11
Mayo	2,71	2,71	3,02	3,02	3,11	3,11
Junio	3,03	3,03	2,93	2,93	2,98	2,98
Julio	2,88	2,88	3,07	3,07	3,02	3,02
Agosto	3	3	3,06	3,06	3	3
Septiembre	2,81	2,81	3,04	3,04	2,86	2,86
Octubre	2,83	2,83	2,78	2,78	2,97	2,97
Noviembre	2,81	2,81	2,74	2,74	2,69	2,69
Diciembre	2,84	2,84	2,73	2,73	2,81	2,81

Variables meteorológicas usadas en el cálculo de la evapotranspiración de los pastos (continuación)

<b>Precipitación mensual en mm.</b>				
<i>Mes/año</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006 Norma histórica</i>	
Enero	10,1	0,1	10,3	6,7
Febrero	0,7	0	1,9	1,4
Marzo	0,9	14,2	3,2	5
Abril	5,6	135,6	0	17,1
Mayo	243,8	236,6	158,3	224,7
Junio	128	438,8	109,1	222,1
Julio	185,5	207,3	120,4	135,8
Agosto	50,5	180,5	110,5	168,6
Septiembre	120,2	304,7	194,9	286,1
Octubre	389,9	460,9	363,5	282,6
Noviembre	117,8	56,6	65,5	76,6
Diciembre	6	7,7	10,4	14,4

<b>N° de días con lluvia.</b>			
<i>Mes/año</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>
Enero	2	1	2
Febrero	1	0	1
Marzo	1	2	2
Abril	2	2	2
Mayo	12	11	12
Junio	10	23	17
Julio	17	16	17
Agosto	13	20	17
Septiembre	19	22	21
Octubre	21	7	14
Noviembre	10	19	15
Diciembre	1	3	2

<b>Evapotranspiración (en mm) de referencia Et<sub>o</sub>.</b>						
<i>Mes/año</i>	<i>2004</i>		<i>2005</i>		<i>2006</i>	
Finca	Hato 1	Hato 2	Hato 1	Hato 2	Hato 1	Hato 2
Enero	4,99	5	3,35	3,35	3,62	3,61
Febrero	4,79	4,72	4,47	4,46	3,26	3,26
Marzo	4,66	4,65	4,91	4,9	4,19	4,19
Abril	4,84	4,91	4,91	4,91	4,84	4,84
Mayo	6,66	6,84	4,52	4,52	4,58	4,58
Junio	3,75	3,96	3,91	3,91	3,99	3,99
Julio	3,6	4,05	3,72	3,72	3,87	3,86
Agosto	3,66	4,45	3,25	3,25	3,75	3,75
Septiembre	3,55	4,57	3,03	3,02	3,53	3,53
Octubre	3,53	4,48	2,94	2,94	3,24	3,24
Noviembre	3,45	4,05	3,38	3,37	3,72	3,72
Diciembre	3,82	4,08	3,92	3,92	4,05	4,04

**Coefficiente  $K_c$  de pastos según etapa fenológica y sin estrés hídrico.**

Mes/periodo	2004			2005			2006		
	$K_{c\text{ ini}}$	$K_{c\text{ med}}$	$K_{c\text{ fin}}$	$K_{c\text{ ini}}$	$K_{c\text{ med}}$	$K_{c\text{ fin}}$	$K_{c\text{ ini}}$	$K_{c\text{ med}}$	$K_{c\text{ fin}}$
Fenología									
Enero	0,14	0,94	0,76	0,14	0,94	0,76	0,13	0,93	0,75
Febrero	0,09	0,95	0,77	0,07	0,94	0,76	0,14	0,94	0,76
Marzo	0,8	0,94	0,76	0,12	0,95	0,77	0,11	0,94	0,76
Abril	0,13	0,94	0,76	0,12	0,94	0,76	0,14	0,95	0,77
Mayo	0,7	0,99	0,81	0,7	0,94	0,76	0,7	0,94	0,76
Junio	0,51	0,92	0,74	0,7	0,93	0,75	0,72	0,93	0,75
Julio	0,95	0,93	0,75	0,95	0,93	0,75	0,7	0,93	0,75
Agosto	0,96	0,93	0,75	1,01	0,92	0,74	0,92	0,94	0,76
Septiembre	0,98	0,94	0,76	1,08	0,92	0,74	1,04	0,94	0,76
Octubre	1,07	0,94	0,76	0,68	0,92	0,74	0,93	0,93	0,75
Noviembre	0,77	0,93	0,75	0,98	0,93	0,75	0,87	0,94	0,76
Diciembre	0,14	0,93	0,75	0,24	0,93	0,75	0,18	0,93	0,75

El coeficiente mostrado representa el promedio de los pastos encontrados en las fincas y

Variables meteorológicas usadas en el cálculo de la evapotranspiración de los pastos (continuación)

**Evapotranspiración (en mm) del pasto  $ET_c$  sin estrés hídrico.**

Mes/año	2004			2005			2006		
	$ET_{c\text{ ini}}$	$ET_{c\text{ med}}$	$ET_{c\text{ fin}}$	$ET_{c\text{ ini}}$	$ET_{c\text{ med}}$	$ET_{c\text{ fin}}$	$ET_{c\text{ ini}}$	$ET_{c\text{ med}}$	$ET_{c\text{ fin}}$
Enero	0,7	4,7	3,8	0,47	3,14	2,53	0,47	3,38	2,73
Febrero	0,43	4,53	3,67	0,31	4,21	3,41	0,46	3,06	2,47
Marzo	3,72	4,37	3,53	0,59	4,64	3,76	0,46	3,94	3,19
Abril	0,63	4,57	3,7	0,59	4,64	3,75	0,68	4,58	3,71
Mayo	4,66	6,6	5,4	3,17	4,24	3,42	3,21	4,31	3,49
Junio	1,91	3,44	2,77	2,74	3,63	2,92	2,88	3,71	2,99
Julio	3,42	3,33	2,68	3,53	3,45	2,78	2,71	3,59	2,9
Agosto	3,51	3,42	2,76	3,28	2,99	2,4	3,45	3,51	2,83
Septiembre	3,48	3,34	2,7	3,27	2,78	2,23	3,68	3,32	2,68
Octubre	3,77	3,31	2,67	2	2,7	2,17	3,01	3	2,42
Noviembre	2,65	3,19	2,57	3,31	3,13	2,52	3,24	3,49	2,82
Diciembre	0,53	3,53	2,84	0,94	3,66	2,95	0,73	3,78	3,05

**Fracción de agotamiento (p) para las distintas ET**

Mes/año	2004			2005			2006		
	p			p			p		
Enero	0,55	0,61	0,6						
Febrero	0,56	0,57	0,62						
Marzo	0,57	0,55	0,58						
Abril	0,56	0,55	0,56						
Mayo	0,48	0,57	0,57						
Junio	0,6	0,59	0,59						
Julio	0,61	0,6	0,6						
Agosto	0,6	0,62	0,6						
Septiembre	0,61	0,63	0,61						
Octubre	0,61	0,63	0,62						
Noviembre	0,61	0,61	0,6						
Diciembre	0,6	0,59	0,59						

**Total de agua disponible.**

ADT en mm

Finca 1	Finca 2
50,8	35,56

**Tipo de suelo**

Finca 1	Finca 2
Fnco arcilloso	Arcilloso

**Eficiencia del suelo**

Efp (infiltración de agua)

0,975	1,000
-------	-------

**Agua fácilmente aprovechable (en mm)**

Mes/año	2004		2005		2006	
	Hato 1	Hato 2	Hato 1	Hato 2	Hato 1	Hato 2
Finca						
Enero	28,05	19,64	31,22	21,85	30,72	21,51
Febrero	28,38	19,87	29,04	20,33	31,38	21,96
Marzo	28,71	20,1	28,15	19,71	29,58	20,7
Abril	28,31	19,81	28,17	19,72	28,28	19,8
Mayo	24,18	16,92	28,98	20,29	28,83	20,18
Junio	30,6	21,42	30,22	21,15	30,06	21,04
Julio	30,82	21,57	30,59	21,41	30,29	21,21
Agosto	30,65	21,45	31,52	22,06	30,46	21,32
Septiembre	30,8	21,56	31,95	22,36	30,85	21,6
Octubre	30,87	21,61	32,11	22,48	31,5	22,05
Noviembre	31,1	21,77	31,24	21,87	30,51	21,36
Diciembre	30,42	21,29	30,15	21,11	29,91	20,94

Variables meteorológicas usadas en el cálculo de la evapotranspiración de los pastos (continuación)

**Promedio del agotamiento de la humedad en la zona radicular del suelo (en mm)**

Mes/año	2004		2005		2006	
	D <sub>r,i</sub> finca 1	D <sub>r,i</sub> finca 2	D <sub>r,i</sub> finca 1	D <sub>r,i</sub> finca 2	D <sub>r,i</sub> finca 1	D <sub>r,i</sub> finca 2
Enero	44,78	44,78	38,55	38,55	39,52	39,52
Febrero	44,13	44,13	42,84	42,84	38,24	38,24
Marzo	43,49	43,49	44,58	44,58	41,78	41,78
Abril	44,28	44,28	44,54	44,54	44,33	44,33
Mayo	52,41	52,41	42,94	42,94	43,25	43,25
Junio	39,77	39,77	40,51	40,51	40,84	40,84
Julio	39,33	39,33	39,78	39,78	40,37	40,37
Agosto	39,67	39,67	37,96	37,96	40,04	40,04
Septiembre	39,36	39,36	37,11	37,11	39,26	39,26
Octubre	39,23	39,23	36,8	36,8	37,99	37,99
Noviembre	38,77	38,77	38,51	38,51	39,94	39,94
Diciembre	40,12	40,12	40,64	40,64	41,12	41,12

**Factor de ajuste por estrés hídrico K<sub>s</sub> para K<sub>c</sub>**

Mes/año	2004	2005	2006
	K <sub>s</sub>	K <sub>s</sub>	K <sub>s</sub>
Enero	0,87	0,89	0,89
Febrero	0,87	0,88	0,89
Marzo	0,87	0,87	0,88
Abril	0,87	0,87	0,87
Mayo	0,84	0,88	0,88
Junio	0,89	0,89	0,89
Julio	0,89	0,89	0,89
Agosto	0,89	0,89	0,89
Septiembre	0,89	0,89	0,89
Octubre	0,89	0,9	0,89
Noviembre	0,89	0,89	0,89
Diciembre	0,89	0,89	0,89

**Coefficientes ajustados K<sub>c</sub> (aj) de pastos con estrés hídrico y según etapa fenológica.**

Mes/periodo	2004			2005			2006		
	K <sub>c ini</sub>	K <sub>c med</sub>	K <sub>c fin</sub>	K <sub>c ini</sub>	K <sub>c med</sub>	K <sub>c fin</sub>	K <sub>c ini</sub>	K <sub>c med</sub>	K <sub>c fin</sub>
Fenología									
Enero	0,12	0,82	0,66	0,12	0,83	0,67	0,12	0,83	0,67
Febrero	0,08	0,82	0,67	0,06	0,83	0,67	0,12	0,83	0,67
Marzo	0,7	0,82	0,66	0,1	0,82	0,67	0,1	0,83	0,67
Abril	0,11	0,82	0,66	0,1	0,82	0,66	0,12	0,82	0,67
Mayo	0,59	0,83	0,68	0,62	0,82	0,67	0,62	0,83	0,67
Junio	0,45	0,82	0,66	0,62	0,82	0,66	0,64	0,83	0,67
Julio	0,85	0,82	0,66	0,85	0,82	0,66	0,62	0,83	0,67
Agosto	0,85	0,83	0,67	0,9	0,82	0,66	0,82	0,83	0,67
Septiembre	0,87	0,84	0,68	0,96	0,82	0,66	0,93	0,83	0,67
Octubre	0,95	0,83	0,67	0,61	0,83	0,66	0,83	0,82	0,66
Noviembre	0,69	0,82	0,66	0,87	0,82	0,66	0,77	0,83	0,67
Diciembre	0,12	0,82	0,66	0,21	0,83	0,67	0,16	0,83	0,67

VARIABLES METEOROLÓGICAS USADAS EN EL CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LOS PASTOS (CONTINUACIÓN)

**Evapotranspiración (en mm) del pasto  $ET_c$  sin estrés hídrico.**

Mes/año	2004			2005			2006		
	$ET_{c\ ini}$	$ET_{c\ med}$	$ET_{c\ fin}$	$ET_{c\ ini}$	$ET_{c\ med}$	$ET_{c\ fin}$	$ET_{c\ ini}$	$ET_{c\ med}$	$ET_{c\ fin}$
Enero	0,61	4,09	3,3	0,42	2,79	2,25	0,42	3,01	2,43
Febrero	0,37	3,91	3,17	0,27	3,7	3	0,41	2,72	2,2
Marzo	3,24	3,8	3,07	0,51	4,04	3,27	0,41	3,47	2,81
Abril	0,55	4,01	3,24	0,51	4,03	3,26	0,59	3,99	3,23
Mayo	3,97	5,62	4,6	2,79	3,73	3,01	2,82	3,79	3,07
Junio	1,75	3,15	2,53	2,44	3,23	2,6	2,56	3,3	2,66
Julio	3,23	3,15	2,54	3,14	3,07	2,47	2,41	3,2	2,58
Agosto	3,46	3,37	2,72	2,92	2,66	2,14	3,07	3,12	2,52
Septiembre	3,54	3,4	2,75	2,91	2,47	1,99	3,27	2,95	2,38
Octubre	3,81	3,34	2,7	1,8	2,43	1,95	2,68	2,67	2,15
Noviembre	2,57	3,09	2,49	2,94	2,78	2,24	2,88	3,1	2,5
Diciembre	0,49	3,25	2,62	0,84	3,26	2,63	0,65	3,36	2,71