

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



**“UTILIZACIÓN Y VALORACIÓN DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE
MAIZ AMILÁCEO EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO
LECHERO EN EL VALLE DEL MANTARO”**

Trabajo Monográfico para Optar el Título de

INGENIERO ZOOTECNISTA

(Modalidad Examen Profesional)

DAVID CARLOS GARCÍA PARIONA

Lima – Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

**“UTILIZACIÓN Y VALORACIÓN DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE
MAIZ AMILÁCEO EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO
LECHERO EN EL VALLE DEL MANTARO”**

Trabajo Monográfico para Optar el Título de

**INGENIERO ZOOTECNISTA
(Modalidad Examen Profesional)**

DAVID CARLOS GARCÍA PARIONA

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

**Ing. Jorge Vargas Morán
Presidente**

**Ing. José Almeyda Matías
Patrocinador**

**Ing. Víctor Hidalgo Lozano
Miembro**

**M.V. Ivonne Salazar Rodríguez
Miembro**

A Dios y la Virgen María, por
guiar mí camino y ayudarme a
conseguir mis metas.

A mis padres David García Castillo
y Rosa Pariona Pérez, por su cariño
y apoyo incondicional.

En memoria de mi padre David
García Castillo que es mi guía y
auxilio.

AGRADECIMIENTO

- A mi estimado asesor de monografía, el Mg. Sc. José Maximiliano Almeyda Matías, por su guía, apoyo, motivación y enseñanzas para culminar la presente monografía.
- A los miembros del jurado Víctor Hidalgo Lozano, Ivonne Salazar y Jorge Vargas Morán.
- A mis profesores de la Facultad de Zootecnia, por su guía durante mis años de estudio.
- A los señores Delfín Huarcaya y Mario Jaulis, personal de la Biblioteca Agrícola Nacional, por su amistad y apoyo brindado durante mis días en la biblioteca.
- A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron con la ejecución de la presente monografía

INDICE

	PÁGINA
RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	2
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Valle del Mantaro	4
2.2 Variabilidad climática del Valle del Mantaro	5
2.2.1 Precipitación pluvial	6
2.2.2 Temperatura del aire	8
2.3 Zonas de producción en el Valle del Mantaro	10
2.4 Producción de maíz choclo	12
2.5 Residuos de cosecha	12
2.6 Disponibilidad de residuos de cosecha y su uso en la alimentación animal	13
2.6.1 Uso de residuos de cosecha en la alimentación animal	14
2.7 Composición química de los residuos de cosecha	14
2.7.1 Carbohidratos	15
2.7.2 Lignina	16
2.7.3 Proteína	16
2.7.4 Minerales	17
III. DESARROLLO DEL TEMA	19
3.1 Descripción del Valle del Mantaro	19
3.2 Lugar de ejecución	19
3.2.1 Ubicación	19
3.2.2 Historia del establo	222
3.2.3 De los animales en estudio	23
3.2.4 De las instalaciones	23
3.2.5 Tipo de alimentación	24

3.3 Del suministro de concentrado y ensilaje	24
3.3.1 Análisis del residuo de cosecha	25
3.4 Procedencia de los residuos de cosecha	25
3.5 Descripción de costos de producción del ensilaje de chala	30
3.6 Costo de producción por kilo de leche	32
3.7 Descripción del precio de la leche	32
IV. CONCLUSIONES	33
V. RECOMENDACIONES	34
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

INDICE DE CUADROS

NÚMERO		PÁGINA
1	Fracciones botánicas de algunos residuos de cosecha.	15
2	Composición nutricional de algunos residuos de cosecha.	18
3	Formulación y costo de producción para el hato de vacas en producción.	24
4	Contenido nutricional de la dieta del hato de producción.	25
5	Análisis químico de la dieta del hato en producción.	26
6	Zonas de origen de los residuos de cosecha.	27
7	Costo de Ensilado de chala amiláceo de una hectárea.	30
8	Rendimiento de chala picada.	30
9	Costo de producción por kilo de leche.	31
10	Determinación del precio de leche.	32

INDICE DE GRÁFICOS

PÁGINA		PÁGINA
2	Régimen de lluvia anual en el Valle del Río Mantaro.	5
3	Valores medios ponderados de la precipitación Total Anual y estacional para la cuenca del Río Mantaro.	6
4	Valores medios ponderados del ciclo anual y estacional de las temperaturas del aire máxima (arriba) y mínima (abajo), para la cuenca del Río Mantaro.	7
5	Variación de la temperatura del aire máxima y mínima promedio (década 2001 – 2010) en la cuenca del Río Mantaro.	9

INDICE DE DIAGRAMAS

NÚMERO		PÁGINA
1	Límites y dimensiones del Establo Santa Rosa.	22
2	Diagrama de Distribución del Establo en Estudio.	23

INDICE DE FOTOS

NÚMERO		PÁGINA
1	Flujo de seguimiento de los Residuos de Cosecha.	29
2	Silos del Establo Santa Rosa.	29

INDICE DE MAPAS

NÚMERO		PÁGINA
1	Valle del Mantaro.	4
2	Mapa de la zona de Estudio.	20
3	Mapa de Ubicación de la zona de Estudio.	21
4	Mapa de Procedencia de los Residuos de Cosecha.	28

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el establo Santa Rosa ubicado en el distrito de Matahuasi, provincia de Concepción en el departamento de Junín; el cual tuvo como objetivo la de proveer información útil para elaborar planes alimenticios para vacunos en el Valle del Mantaro, basado en la disponibilidad del residuo de cosecha del maíz amiláceo en esta zona. El establo Santa Rosa se caracteriza por realizar un sistema de crianza intensivo, basándose en una alimentación en la que el 70% es residuos de cosecha de maíz amiláceo y un 30% con alimento balanceado. Los residuos de cosecha son obtenidos de los distritos de Matahuasi, San Lorenzo, Apata y El Mantaro, por lo cual se ha obtenido un silo de residuo de maíz amiláceo de buena calidad, lo cual fue colectado y trasladado en una bolsa de polietileno al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) ubicado en el distrito de La Molina (Lima, Perú) obteniendo los siguientes resultados en base seca, proteína total (%) de 8.78, grasa (%) 3.20, fibra cruda (%) 31.34, ceniza (%) 6.86, extracto libre de nitrógeno(%) 49.83, también se calculó el NDT (nutrientes digestible totales) y la ENL (energía neta de lactación) obteniendo los siguientes jalones: 59.95 % y 1.349 Mcal/Kg respectivamente. Asimismo el uso del residuo de cosecha de maíz amiláceo para este establo tiene un costo de 0.075 soles/kilogramo puesto en establo, con lo cual permite tener un costo de producción por kilo de leche de 0.94 soles, con un rendimiento de 12 kilos promedio de producción de leche del establo para el mes de Agosto, mes en el que se realizó el costo de producción, además el establo recibe un precio promedio sin IGV de 1.25 soles por kilo de leche vendida, por lo que se infiere que el establo tiene buenos rendimientos económicos.

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería en el Valle del Mantaro se enfrenta ante una creciente necesidad de ir evolucionando, de un sistema de producción extensivo a formas más intensivas y tecnificadas. En la cual los factores que están promoviendo estos cambios, se encuentra, el aumento del valor de la tierra, la reducción del área disponible (parcelación), el costo creciente de la mano de obra, el alto costo de los insumos, la existencia de un mercado que impulsa la producción de leche (Gloria y otros procesadores de la zona) y la necesidad de lograr mayores ingresos que hagan rentable el negocio ganadero.

Por otra parte uno de los mayores problemas que afrontan las explotaciones ganaderas en el valle del Mantaro, es la obtención de alimento en época seca, lo que se traduce en una disminución de los rendimientos de leche y carne e incremento en los costos de producción al buscar mecanismos alternativos de alimentación como sería la compra de concentrados caros. Es por ello que la utilización de residuos de cosecha como insumos para la alimentación de ganado vacuno se convierte en una alternativa viable e importante, ya que estos residuos pueden ser utilizados por el ganado vacuno y nos permite tener un alimento a bajo costo dentro de las explotaciones ganaderas; además con un proceso de conservación adecuado de dichos residuos se puede lograr una buena utilización de estos residuos de cosecha.

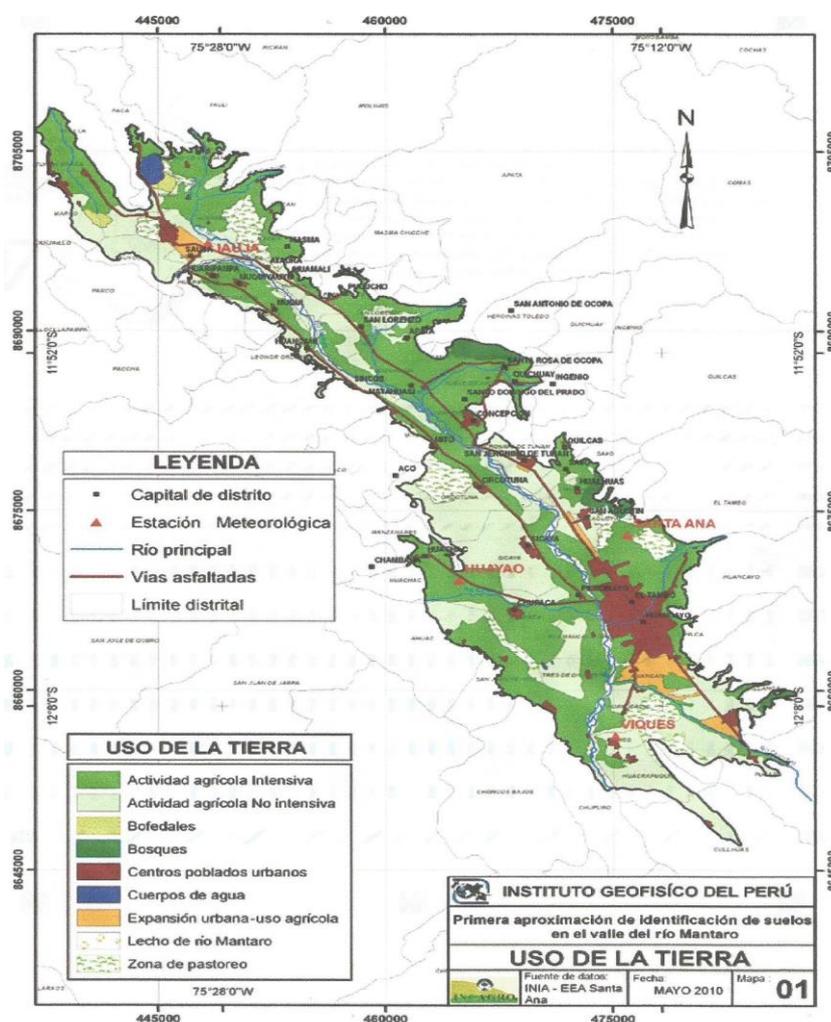
En los últimos años, la agricultura en el Perú y sobretodo en el Valle del Mantaro, está mostrando una tendencia marcada hacia el cultivo de doble propósito con el fin de obtener productos de primera calidad (los cuales van a ser comercializados en la ciudad de Lima), mientras que los restos de las cosechas son utilizados por la ganadería del valle en mención, esta coyuntura ha sido a su vez acompañada por efectos climáticos que han impedido que la agricultura en la sierra cuente con el abastecimiento de agua suficiente para poder continuar con las siembra de otros cultivos, es por este motivo que sale más rentable por el uso de cultivos de doble propósito (producto + residuo de cosecha)

El objetivo del presente trabajo monográfico es proveer de información útil para elaborar planes alimenticios para vacunos, basados en la disponibilidad de residuos agrícolas en el Valle del Mantaro.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Valle del Mantaro

Según Pacheco (1987), el Valle del Mantaro se encuentra en el Departamento de Junín en la región de la sierra central, limitado por la Cordillera de Los Andes, tanto en su parte occidental como oriental que le dan características propias a su orografía diferenciando la margen izquierda de la derecha (Mapa 1).



Mapa 1. Valle del Mantaro

Fuente: INIA – EEA Santa Ana (2010)

El Valle del Mantaro es grande en comparación con otros valles de la Sierra Peruana, presenta una longitud de 60 kilómetros aproximadamente y un ancho que varía de 2 a 24 kilómetros. La Cordillera Occidental desciende al valle formando faldas, laderas abiertas y ondulaciones, pequeños arroyos y numerosos lagos de pequeño tamaño. Al Este se forma una serie de terrazas empinadas y cuencas colectoras, acercándose al valle la topografía alterna entre llanuras planas (pampas) y terrenos ondulados ligeramente laderosos, dando la apariencia general de una serie de terrazas escalonadas. Algunas más planas que otras. Estas terrazas continúan hasta llegar al lecho del río Mantaro.

Las tierras agrícolas en este lado descienden en terrazas escalonadas que son relativamente planas y abiertas. Una parte considerable de las tierras cultivables totales del valle están en esta área y es aquí donde se está ampliando la frontera agrícola.

El lado Oriental en contraste con el Occidental, está compuesto por sólo una llanura relativamente angosta y plana sobre la cuenca del río y luego una rápida elevación a la alta puna, en pendientes que se hacen más empinadas conforme uno sube. En este lado no existen afluentes colectores principales, sino solamente numerosos arroyos y riachuelos de corto recorrido que drenan al río Mantaro.

La agricultura se extiende mucho más arriba en este lado que en el Occidental, por haber una mayor humedad y condiciones de mejor abrigo.

2.2 Variabilidad climática del Valle del Mantaro

El clima está determinado por el movimiento cíclico del frente intertropical; el que, de Setiembre a Abril, acelera la entrada de masas de nube y precipitaciones a través de los pasos y brechas de la cordillera Oriental para dar en las mesetas interandinas, llegando a su máximo en Enero y Febrero. Esto ocurre cuando el frente intertropical está en su posición Sur y adosado contra los Andes. Sin embargo, la compleja topografía de su territorio determina una amplia variedad de climas entre los sectores norte, centro y sur de la cuenca (Pacheco 1987).

A continuación se describe el régimen pluviométrico y las temperaturas máximas y mínimas en la cuenca del río del Mantaro, así como los cambios que se presentan en ambos parámetros en la década 2001-2010 respecto al periodo de referencia 1971-2000.

2.2.1 Precipitación pluvial

Pacheco (1987) comenta que la pluviosidad de los Andes también está afectada por la latitud. La cual es mayor y más continúa en el Norte (Colombia, Ecuador) y disminuye en cantidad y frecuencia en dirección Sur. En el Sur, las lluvias se concentran en la estación húmeda y bien definida. Es así como existen gradientes decrecientes de precipitación de Norte a Sur y de Este a Oeste, cruzando las montañas. Sin embargo, en el Valle del Mantaro la precipitación decrece de Este a Oeste pero no de Norte a Sur. Más bien, la precipitación se correlaciona con la altura.

Según Ávalos *et al.* (2011), las estaciones que se definen con claridad en esta cuenca son dos: el verano (periodo lluvioso), que comienza entre los meses de Setiembre y Octubre, alcanzando un máximo de Enero a Febrero y termina en los meses de Abril o Mayo mientras que el invierno (periodo seco o de estiaje), sin embargo, las primeras lluvias inician en primavera y son el indicador con el cual los agricultores definen la temporada de siembra en la región andina del Perú.

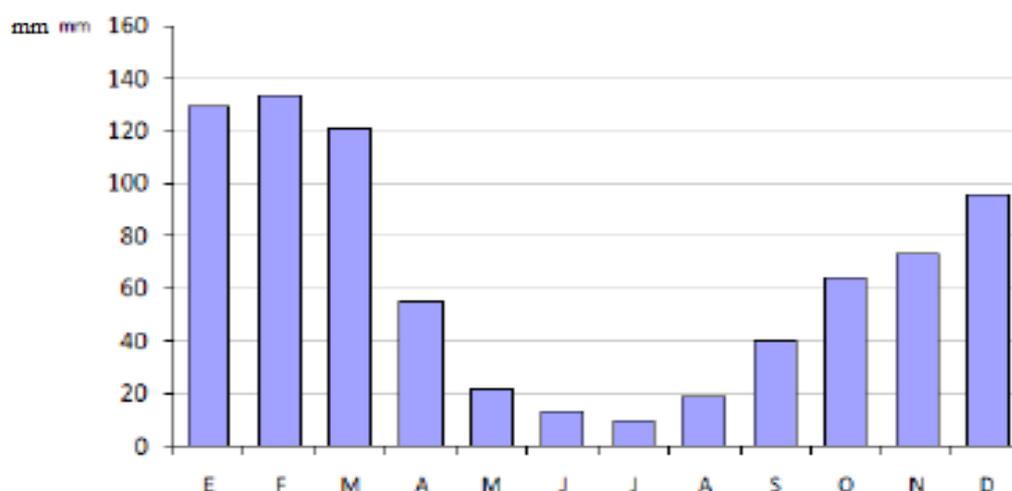


Gráfico 1. Régimen de Lluvia Anual en el Valle del Río Mantaro

Fuente: Avalos *et al.* (2011)

En el Gráfico 1, se aprecia el régimen pluviométrico anual medio en la cuenca del río del Mantaro. Considerando la información de las 81 estaciones meteorológicas, se sabe que los acumulados mensuales máximos ocurren entre enero (129.3 mm) y febrero (133.4 mm). A finales de marzo y sobre todo en abril, las precipitaciones disminuyen bruscamente (13.2 mm en junio, 9.1 mm en julio y 18.9 mm en agosto), lo cual es característico del período seco.

Según Pacheco (1987), cuando se presentan sequías es raro que duren uno o más años. Son más frecuentes las irregularidades en la distribución mensual de pluviosidad, que llegan tarde o se interrumpen. La precipitación en la zona baja (3000 – 3500) llega a 7.35 mm a diferencia de la alta puna (más de 4300) que llega a 1000 mm.

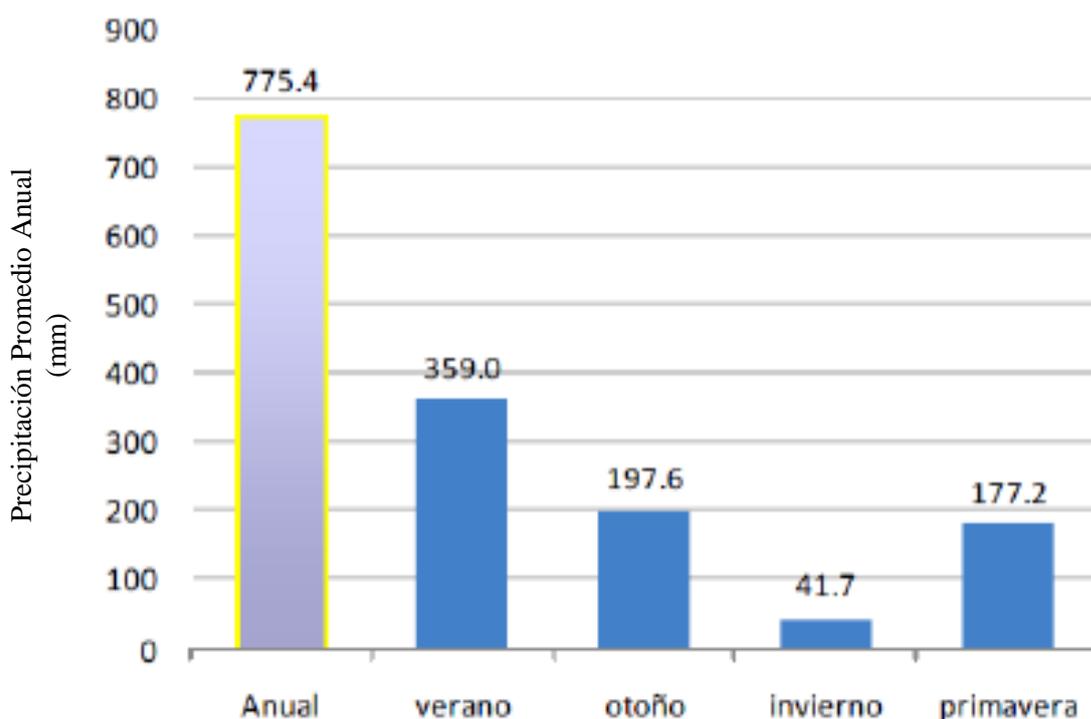


Gráfico 2. Valores Medios Ponderados de la Precipitación Total Anual y Estacional para la Cuenca del Río Mantaro

Fuente: Ávalos *et al.* (2011)

En el Gráfico 2, se puede observar los valores medios ponderados de la precipitación total anual y estacional para la cuenca del río Mantaro. El periodo de lluvias, como en toda la región andina del Perú, se inicia en setiembre (inicio de la primavera austral), acentuándose entre enero y febrero (verano), para luego disminuir entre abril y mayo

(otoño). En invierno, las lluvias disminuyen notablemente, en particular durante los meses de junio y julio, cuando los porcentajes que se registran con respecto al total anual están en torno al cinco por ciento. (Ávalos *et al.*, 2011)

Sin embargo, las características topográficas y de suelo, hacen que el 60% de la precipitación del valle se convierta en escorrentía y a la vez la alta radiación solar ayuda evaporar la humedad. Estos factores combinados con los patrones de pluviosidad diferenciados, hacen que las áreas bajas del Valle del Mantaro sean más secas que las altas (Pacheco, 1987).

2.2.2 Temperatura del aire

Las formas del relieve que dominan la cuenca del río Mantaro condicionan el comportamiento de la temperatura del aire. La variedad altitudinal propicia la existencia de variados escenarios térmicos, de fuertes contrastes desde los fríos climas de alta montaña hasta los abrigados valles interandinos.

El conjunto de la cuenca presenta una temperatura media anual de 10°C, valor que se ve superado conforme la topografía se suaviza hacia las tierras más bajas correspondientes a la desembocadura del río Mantaro. De manera similar, la distribución espacial de las temperaturas extremas (máxima y mínima) exhibe una dependencia con el relieve de la cuenca.

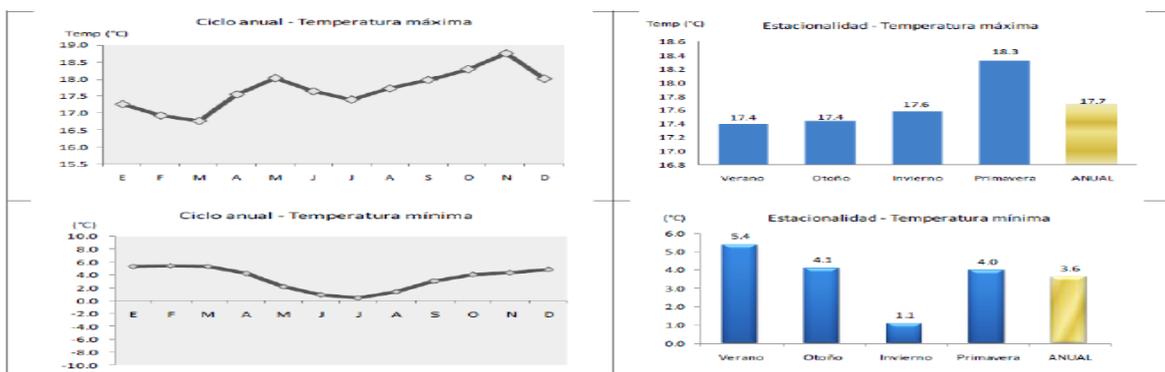


Gráfico 3. Valores medios ponderados del ciclo anual y estacional de las temperaturas del aire máxima (arriba) y mínima (abajo), para la cuenca del Río Mantaro.

Fuente: Ávalos *et al.* (2011)

En el Gráfico 3, el promedio de la temperatura máxima anual en toda la cuenca es 17.7 °C y la temperatura mínima 3.6 °C, presentándose valores más elevados al sur de la cuenca, el sector central se caracteriza por ser más templado, como en el caso de Jauja cuya temperatura varía entre 19.2°C (temperatura máxima) y 4.0°C (temperatura mínima) y temperaturas extremas más bajas se presentan en el sector noroccidental (Avalos *et al.*, 2011).

Según Avalos *et al.* (2011), la temperatura del aire máxima presenta dos picos máximos durante el año, uno en mayo y el más intenso en noviembre, mientras los valores menores se dan en los meses de verano, debido a que la radiación solar incidente disminuye a casusa de la cobertura nubosa, por ser temporada de lluvias.

La temperatura del aire mínima presenta valores más bajos durante los meses de invierno, asociado a los bajos valores de radiación solar incidente y al máximo enfriamiento de la superficie debido a la escasez de nubosidad nocturna y baja humedad durante este periodo (Gráfico 3).

A nivel global el aumento total de la temperatura de los últimos 100 años (1906-2005) es de 0.74 °C, mientras que en Centroamérica y Sudamérica se han observado aumentos en la temperatura del aire de aproximadamente +1.00 °C (IPCC 2007).

El Gráfico 4 es una doble gráfica que refiere al comportamiento de las temperaturas del aire máxima y mínima en la cuenca del río Mantaro entre el periodo 1971-2000 (en negro) y el periodo 2001-2010 (en gris).

Se observa que los incrementos de la temperatura durante la primera década del presente siglo se han dado principalmente durante el periodo lluvioso (enero-marzo), mientras que la temperatura mínima presenta incrementos entre setiembre y abril. En promedio, la cuenca experimentó un calentamiento medio de +0.2 °C/década en la temperatura máxima y +0.1°C/década en la mínima, siendo este incremento más acentuado en localidades como Acobamba (0.4-0.7°C/década), Pilchaca (0.2-0.4°C/década) y Huayao (0.1-0.3 °C/década); contrariamente, Jauja viene presentando disminuciones del orden de -0.3 °C/década (Avalos *et al.* 2011).

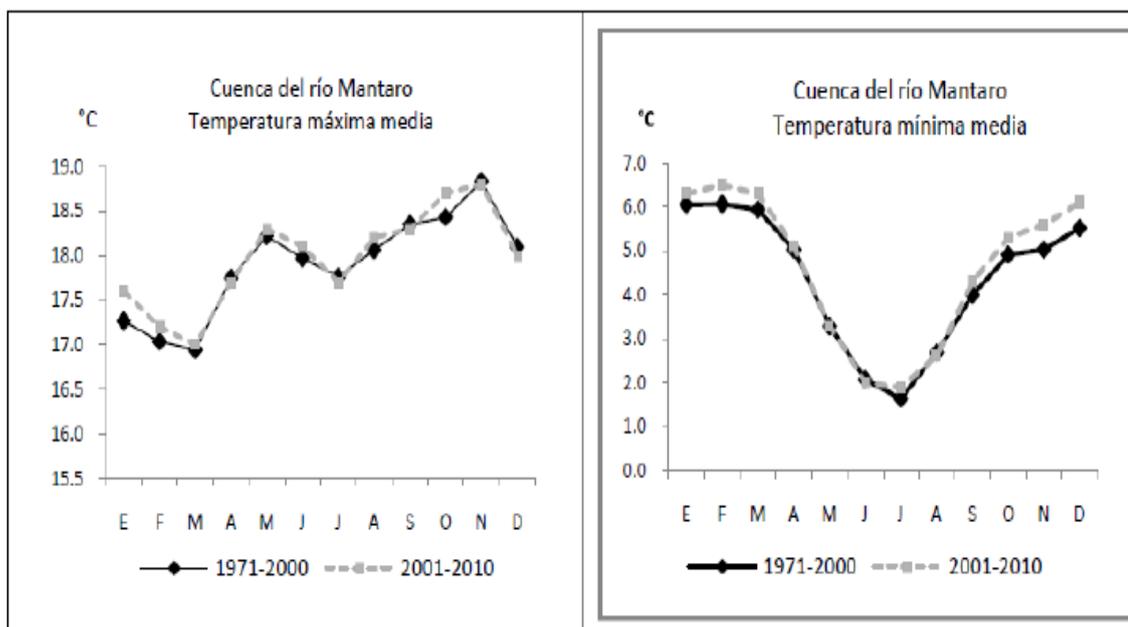


Gráfico 4. Variación de la temperatura del aire máxima y mínima promedio (década 2001 – 2010) en la cuenca del Río Mantaro

Fuente: Avalos *et al.* (2011)

2.3 Zonas de producción en el Valle del Mantaro

La presencia de características de orográficas y climáticas influyen en la intervención de la mano del hombre, tanto es así que las dinámicas de explotación agrícola se ven limitadas y aún más, por las posteriores realidades socio – económicas que han tenido su propia evolución y que explican en parte las diferentes productividades de las unidades agrícolas. Es así que en la actualidad podemos diferenciar unidades de explotación campesina y unidades comerciales. De las cuales, las primeras, según sea su posesión de hectareaje y si tienen riego o no, se orientaran al mercado de forma completa y guardarán una dinámica con él, de las segundas, las unidades comerciales subsisten solamente de su producción agrícola y según sea la acumulación del capital, su dinámica productiva se hace más estable aunque no eficiente (Pacheco 1987).

Estos tipos de explotación las encontramos también en la zona de estudio, es decir, en el Valle del Mantaro (Z.A. Baja a 3450 msnm), pudiendo diferenciarse subzonas de explotación agrícola, como:

a) Subzona campesina de maíz

Su cultivo principal es el maíz, que lo siembran en forma continuo. Ocasionalmente se alterna, por un año o dos con la siembra de papa o algún grano. Muy poca de esta producción se envía fuera de la región.

b) Subzona campesina bajo riego

Aquí se cultivan diferentes variedades de especies. En zonas abrigadas el riego permite una doble cosecha, sembrando apenas desaparecen las heladas. La rotación o el sistema de producción se componen de una cosecha corta (verduras o legumbres) y una cosecha larga (generalmente maíz o papa), que dura de cuatro o cinco años, después de lo cual se deja descansar con algún cultivo forrajero por cuatro o cinco años, cuando es alfalfa la rotación incluye papa. La papa no desempeña un papel principal en el ciclo de rotación, como ocurre en las zonas altas.

c) Subzona campesina de secano

En esta zona la papa constituye el cultivo principal en los ciclos de rotación de cultivos. En la zona límite con el maíz se siembra un año papa, un año no, durante 4 ó 5 años, después un cereal. Cabe mencionar que en esta zona la tecnología es mixta, tendiendo grandemente a lo tradicional, se usa pesticidas y fertilizantes químicos, aunque sin mucha efectividad.

d) Subzona comercial bajo riego

Su patrón de cultivos se basa principalmente en la papa, la cual le ofrece muchas ventajas, motivo este que subordina los demás cultivos a su dinámica. Esta zona está compuesta por unidades mayores de 15 hectáreas, tecnológicamente modernas y favorecidas por un buen suelo tanto en su fertilidad como en su relieve y estructura. Tanto estas unidades como las campesinas bajo riego se diferencian en sus extremos y no tanto así al cambiar sus escalas de producción.

e) Subzona comercial bajo secano

Esta zona se caracteriza por la utilización del tractor, fertilizante y pesticidas, que explican en forma importante sus rendimientos, pero no son tan productivas como las unidades comerciales bajo riego. Los cultivos principales de su patrón productivo son los

cereales y las papas, aunque recientemente se están cultivando a gran escala zanahorias y cebollas.

2.4 Producción de Maíz choclo

El cultivo de maíz choclo como cualquier otro proceso de producción, requiere una adecuada cantidad de insumos o factores, los cuales se van a transformar en lo que será el producto final o cosecha.

La producción del maíz como resultado de la acción del hombre y de los insumos, dependen grandemente de la densidad de plantas por hectárea. Lo que se logra manteniendo la uniformidad en todas las labores necesarias de la producción, como son: la preparación del suelo, época, densidad de siembra, abonamiento, precauciones sanitarias, riegos, deshierbos, aporque y momento oportuno de cosecha. Logrando esto se obtendrá una alta productividad por unidad de área (Heady y Dillon 1972)

2.5 Residuos de cosecha

Son muchos los cultivos que producen importantes volúmenes de material vegetal que quedan en el campo o en los lugares de procesamiento primario. Estos residuos son utilizados como alimento para el ganado o son comúnmente quemados en el campo después de faenas de cosecha (Arriaran 1989).

Estos residuos de cosecha provienen principalmente de la cosecha de cultivos transitorios (cultivos cuyo ciclo de crecimiento dura menos de un año mayormente y al concluir la cosecha se mata la planta), ya que al ser cosechados, se puede disponer de la planta para darle un uso de importancia secundaria.

La utilización de sub productos agrícolas es una forma de hacer un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles y reducir el posible uso de cereales para la producción de alimento de origen animal (Rodríguez *et al.* 1985; Jiménez y Shimada 1984, citado por Morillo 2010).

Las limitaciones nutricionales de los residuos de cosecha son muchas:

- a) Los forrajes con altos niveles de fibra y baja calidad supone una baja absorción de energía y proteína, lo que da por resultado un lento ritmo de crecimiento, requiriendo más tiempo para que el animal alcance la pubertad o el peso necesario para el mercado (Ward 1973).
- b) La ingestión máxima de forrajes de baja calidad está limitada por su lenta digestión, extendiendo una limitada ingestión de energía por el animal (Ward 1973). El valor nutritivo del forraje depende de la cuantía en que contribuye a cubrir las necesidades energéticas diarias del animal, la cual depende de la cantidad que puede consumir voluntariamente el animal (Crampton y Harris 1974).
- c) Un pienso rico en fibra se traduce en un mayor porcentaje de despilfarro de la energía alimentaria como calor orgánico (Ward 1973).
- d) Los forrajes ricos en fibra y de baja calidad suelen ser pobres en proteína (Ward 1973; Klopfenstein 1978).

2.6 Disponibilidad de residuos de cosecha y su uso en la alimentación animal

Los residuos de cosecha derivan en su mayoría de cereales y son disponibles después de que las plantas han llegado a su madurez fisiológica, esto es luego de la cosecha del grano y cuando el contenido de proteína y energía digestible de los tallos y hojas son bajos.

Además, estos residuos son las partes de la planta que quedan en el campo después de cosechar el cultivo principal (por ejemplo: panca de maíz, paja de cereales, bagazo de caña de azúcar, heno de maní) y pueden ser pastoreados, procesados como un alimento seco, o convertidos a ensilaje (Barrena *et al.* 2010).

Algunas características generales de la mayoría de residuos son las siguientes:

- Son un alimento barato y voluminoso.
- Son altos en fibra indigestible debido a su contenido alto de lignina, tratamientos químicos pueden mejorar su valor nutritivo.

- Bajos en proteína cruda.
 - Requieren suplementación adecuada especialmente con proteína y minerales.
 - Deben ser picados cuando son cosechados o antes de ser usados en la alimentación.
 - Pueden ser incluidos en las raciones de rumiantes de bajo nivel de producción.
- (Barrena *et al.* 2010)

Diversos cultivos generan importantes volúmenes de material vegetal, producto de cosecha en el campo o en lugares de procesamiento primario. Parte de estos residuos son utilizados como alimento para los rumiantes, siendo en otros casos desechado, a pesar que estos materiales pueden constituir importante fuente de alimento para el ganado (Klopfenstein 1978).

En Sudamérica, se produce 380 millones de toneladas métricas al año y en el Perú, casi 16 millones de toneladas métricas de residuos de cosecha por año, de los campos y fábricas de los procesos agroindustriales (Barrena *et al.* 2010).

2.6.1 Uso de residuos de cosecha en la alimentación animal

El ganado vacuno es una de las especies más eficaces, por el hecho de ser capaces de transformar los residuos de cosechas, pastos, forrajes u otros subproductos de la finca en alimentos para los humanos y materia prima para la industria. La alimentación es uno de los aspectos que impide el desarrollo de las fincas ganaderas en las zonas secas, es por ello que para la época crítica y/o de escasez de alimento es importante conocer los recursos con los que se dispone y su valor nutritivo (Sosa *et al.* 2005).

Si se desea conocer el modo de uso de los residuos de cosecha en la alimentación del ganado, se recomienda realizar un perfil alimentario, el cual describe la composición de la dieta y la proporción de cada uno de sus componentes para cada periodo (época seca y lluviosa).

2.7 Composición química de los residuos de cosecha

A medida que maduran los cereales y otras plantas, una gran parte de los principios nutritivos de mayor valor emigran de las hojas y los tallos y se acumula como reserva en

las semillas. En consecuencia, la paja está formada por los tallos y hojas sin las semillas de los cereales menores (Morrison 1980), por lo que son pobres en proteínas, almidón y grasas, mientras que su contenido en fibra y lignina es elevado (Horton 1978; Morrison 1980) y contienen un reducido nivel de energía utilizable (Horton 1978).

Las fracciones botánicas de los residuos de cosecha son: nudos, entrenudos y hojas, las cuales se observan el Cuadro 1, donde se puede apreciar que la variación en las fracciones botánicas no solo ocurre entre diferentes residuos de cosecha, sino también entre diferentes especies dentro del mismo residuo, como es el caso del trigo. La proporción relativa de estas fracciones varía con la especie, madurez a la cosecha, suelo, condiciones climáticas, etc (Antongiovanni y Sargentini 1991).

Los residuos de cosecha están formados casi en su totalidad de pared celular, la cual se constituye de carbohidratos estructurales altamente lignificados y pequeñas cantidades de proteínas estructurales y minerales (Antongiovanni y Sargentini 1991).

Cuadro 1. Fracciones botánicas de algunos residuos de cosecha

Residuo	Entrenudo (%)	Nudo (%)	Hoja (%)
Cebada	58	7	35
Avena	53	4	43
Trigo (6 variedades)	54 – 73	4 – 8	20 - 41

Fuente: Theander y Aman (1984)

2.7.1 Carbohidratos

Según Antongiovanni y Sargentini (1991), las paredes celulares de los residuos de cosecha están formadas de tres tipos de carbohidratos estructurales: celulosa, hemicelulosa y polisacáridos pécticos. Otros componentes son residuos de glucanos, fructanos y mananos. La máxima tasa de digestión ruminal de los componentes de la pared celular por los rumiantes está relacionada a las características intrínsecas del complejo celulosa hemicelulosa (Engelhardt *et al.* 1985). Pigden y Bender (1978) indican que el contenido conjunto de celulosa y hemicelulosa de las gramíneas, la paja, las maderas duras y el

bagazo oscila entre 60 y 75 por ciento y el contenido de lignina entre 5 y 25 por ciento; mientras que Viestrus *et al.* (1981) indican que los residuos de cosecha están compuestos de 40 - 50 por ciento de celulosa y 10 - 20 por ciento de lignina.

2.7.2 Lignina

Según Cram y Hamond (1963), la lignina es un polímero no carbohidratado que se modifica químicamente durante el proceso de solubilización con álcalis debido a su estructura simple y repetida. Church (1974), cita a Kamstra *et al.* (1958), quienes mencionan que la lignina está asociada físicamente con los carbohidratos fibrosos de la pared celular (celulosa y hemicelulosa) y como tal, interponen una barrera física que impide la acción de los microorganismos o de sus enzimas hidrolíticas sobre las moléculas de los hidratos de carbono.

Según Bergner y Gorsh (1974), la intensa incrustación de lignina con los polisacáridos aprovechables (celulosa, hemicelulosa y pentosas) motiva la escasa digestibilidad de la materia orgánica. En el mejoramiento de la digestibilidad de la materia orgánica de los residuos de cosecha se debe buscar romper la unión existente en la incrustación de la lignina con los polisacáridos disponibles para que los fermentos de las bacterias del rumen sean capaces de atacar a la celulosa y pentosanas.

2.7.3 Proteína

La calidad de un forraje está en relación directa con el contenido de nitrógeno en forma de proteína. Van Soest (1966) observó que una pequeña cantidad de nitrógeno del forraje se encuentra combinado con la porción de lignina que es inaprovechable. Este nitrógeno aparece como constituyente de las paredes celulares y no es extraído dentro del contenido celular.

Según Antongiovanni y Sargentini (1991), la mayor cantidad de las proteínas están asociadas con los otros constituyentes de la pared celular (lignina, carbohidratos estructurales, sílice), por ello el resultado es una pobre degradabilidad y digestibilidad del residuo. Variaciones en el contenido proteico del residuo son debido a las condiciones del

suelo, fertilización, tiempo de cosecha, condiciones climáticas durante el crecimiento del cultivo.

2.7.4 Minerales

Los minerales, cuya variabilidad se debe en gran medida a las diferencias en las condiciones del suelo, representan otra barrera para la acción de los microorganismos del rumen a los carbohidratos estructurales. Uno de los componentes minerales de mayor importancia en los residuos es la sílice, particularmente en el arroz y en la fracción de las hojas (Antongiovanni y Sargentini 1991).

El contenido mineral de las pajas es variable (Little 1984; Morrison 1980; Jackson 1977), éstas son pobres en calcio, fósforo y azufre (Dixon 1985), sodio y cobre (Little 1984) y en la mayor parte de las vitaminas, especialmente en vitamina A; por el contrario, presentan adecuados niveles de vitamina D (Morrison 1980).

A continuación se presenta el Cuadro 2, donde se observa la composición nutricional de diversos residuos de cosecha:

Cuadro 2. Composición Nutricional de algunos residuos de cosecha

Producto	MS (%)	PT (%)	FC (%)	FDN (%)	EM (Mcal/Kg)
Rastrojo de arveja ¹	87.3	7.6	38.9	-	-
Rastrojo de arveja ²	60.0	8.9	-	59.0	1.6
Rastrojo de haba ²	74.0	19.0	-	62.8	2.0
Rastrojo de maíz ensilado ²	36.4	8.8	-	69.0	2.1
Rastrojo de maíz ²	25.7	3.7	-	50.8	2.2
Paja de avena ¹	90.1	4.4	41.0	-	-
Paja de avena ²	81.3	2.4	-	75.1	1.1
Paja de cebada ¹	88.2	4.1	42.4	-	-
Paja de cebada ²	93.1	2.1	-	71.6	1.2
Maíz chala fresco ¹	30.6	8.2	25.7	-	-
Panca de maíz ¹	87.2	5.9	37.1	-	-
Papa tubérculos frescos ¹	24.6	9.0	2.1	-	-
Paja de trigo ¹	90.1	3.6	41.5	-	-
Paja de trigo ²	75.2	2.6	-	70.4	1.3
Afrecho de trigo ¹	89.0	18.0	11.2	-	-
Afrechillo de trigo ¹	90.0	17.2	-	-	-
Afrechillo de trigo ²	93.1	17.3	-	50.2	2.2
Rastrojo de alcachofa ²	34.6	16.0	-	64.4	2.1
Afrecho de cebada ²	93.9	15.0	-	33.7	2.3
Cáscara de cebada ²	95.6	7.3	-	79.9	1.5

Donde: MS= materia seca, PT= Proteína total, FC= Fibra cruda, FDN= Fibra detergente neutro, EM= Energía metabolizable.

Fuente: Florez y Bryant (1990), Laforé (1999)

III. DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Descripción del Valle del Mantaro

Bernui (1978), comenta que el Valle del Mantaro está ubicado en el departamento de Junín entre los paralelos 11°40' y 12°20' de latitud sur y los meridianos 77°40' de longitud oeste.

Se extiende desde las cercanías de la ciudad de Jauja en dirección predominantes sur, hasta las vecindades de la aldea de Pucará aproximadamente al sur de la ciudad de Huancayo.

Su longitud es aproximadamente de 70 kilómetros, su ancho varía considerablemente, siendo los extremos norte y sur más amplios que la parte central, pero en promedio a 7 u 8 kilómetros.

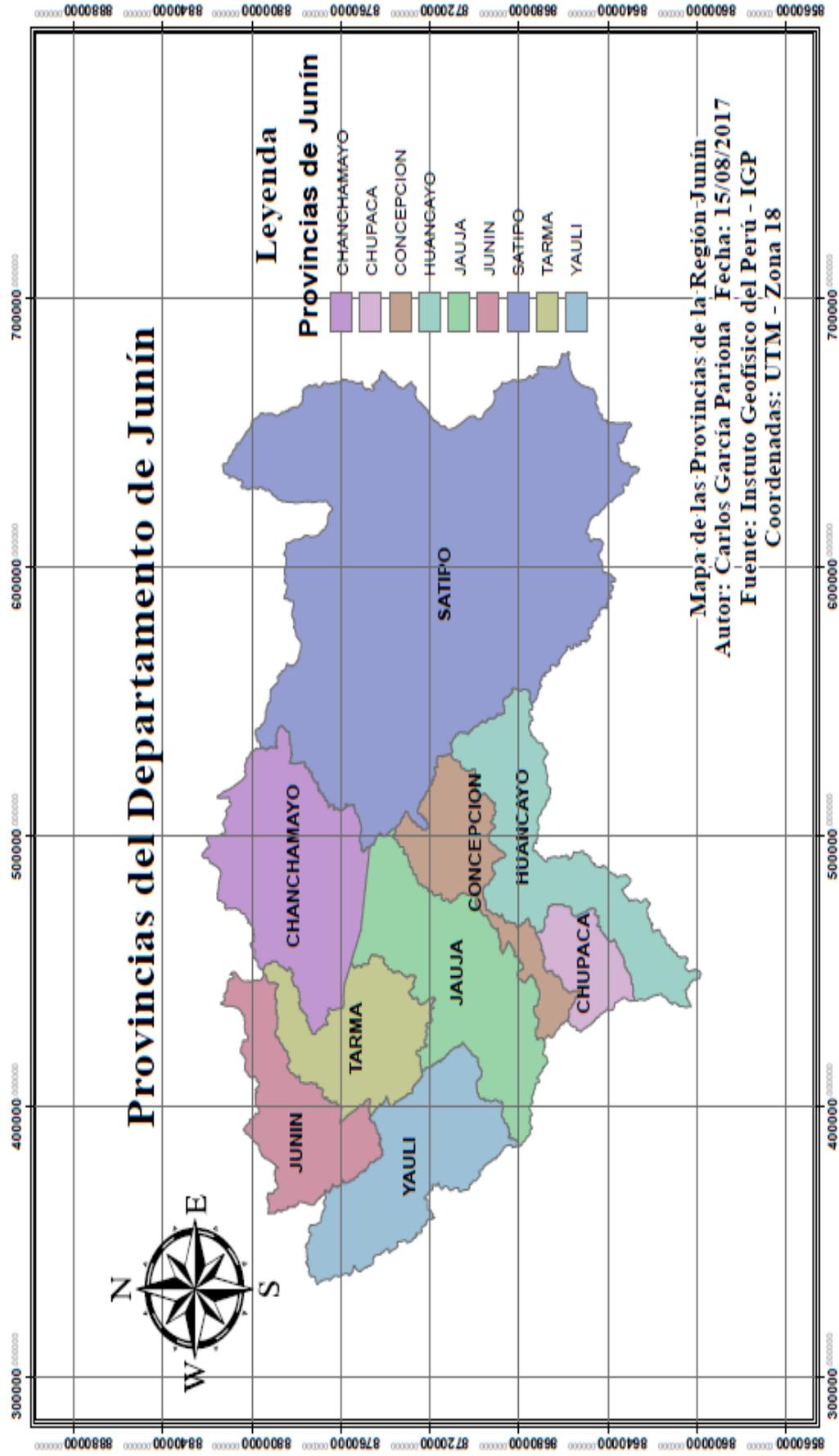
El fondo del valle varía en su elevación sobre el nivel del mar que va desde los 3150 metros en el punto donde el Río Mantaro abandona el Valle, hasta aproximadamente 3400 metros en el punto donde ingresa.

La fisiografía interna del valle es compleja dando origen a importantes variaciones locales en el clima. La agricultura con importantes áreas bajo riego y de secano, es la actividad principal de la región, siendo sus factores limitantes el agua y la helada.

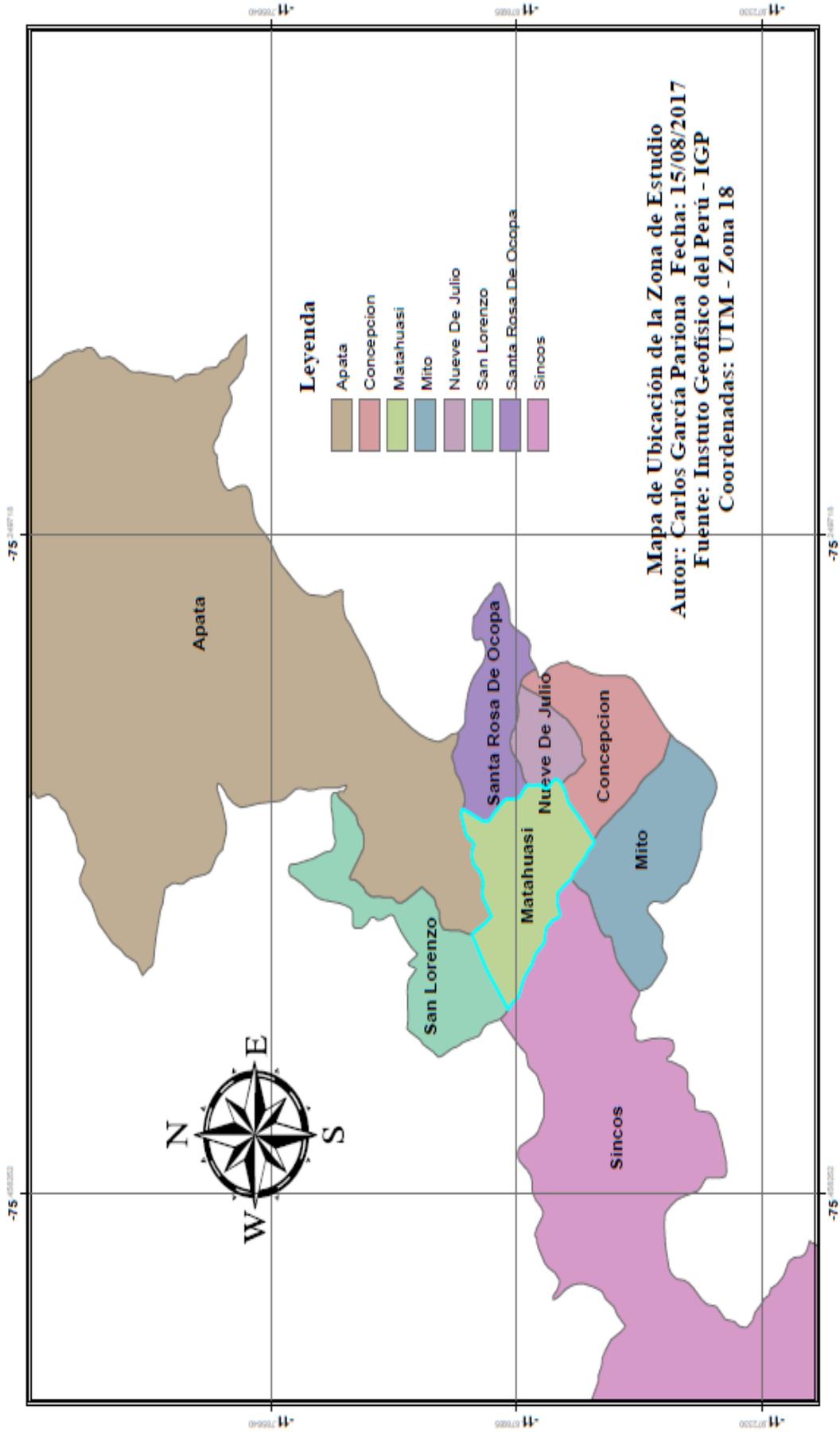
3.2 Lugar de ejecución

3.2.1 Ubicación

La zona de estudio se realizo en el establo “Santa Rosa” que se ubica en el Departamento de Junín, Provincia de Concepción (Mapa 2), distrito de Matahuasi (Mapa 3), cuyas coordenadas son las siguientes:



Mapa 2. Mapa de la zona de Estudio



Mapa 3. Mapa de Ubicacion de la zona de Estudio

Latitud : 11° 52' 11" S
Longitud : 75° 21' 30" O
Altitud : 3293 msnm

3.2.2 Historia del establo

El establo “Santa Rosa” data del año 2006, el cual se inició con una población de 20 animales en total y que con el tiempo ha llegado a ser un referente a lo largo del Valle del Mantaro y en el distrito de Matahuasi.

Posee una extensión de 7000 metros cuadrados (Diagrama 1) de los cuales sólo 3500 metros cuadrados está construido, además posee 30 hectáreas de piso forrajero propio y otras 30 hectáreas de piso forrajero alquilado.

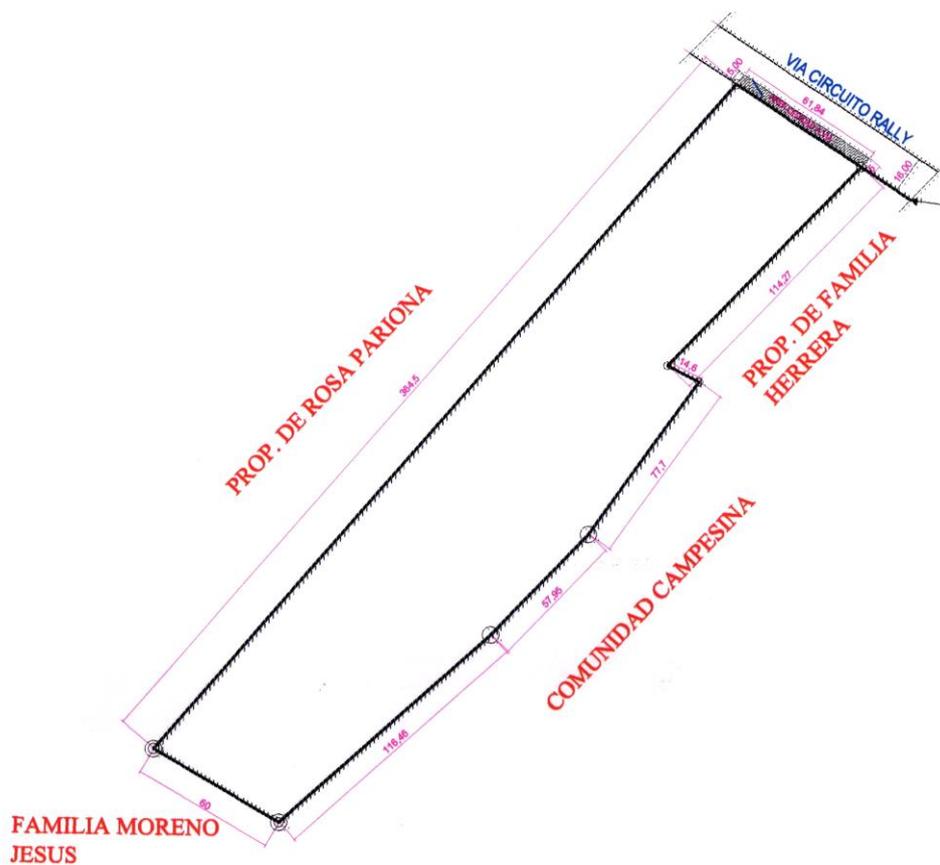


Diagrama 1. Límites y dimensiones del Establo Santa Rosa

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3 De los animales en estudio

Los animales empleados para la realización del estudio, fueron vacas de la raza Holstein, Brown Swiss y cruzadas (Holstein x Brown Swiss).

El establo cuenta con una población total de 101 animales de los cuales 49 son vacas en producción lechera con un promedio de partos en su vida reproductiva de 3,3 partos. La crianza del ganado es intensiva.

3.2.4 De las instalaciones

En relación a las instalaciones del establo, éstas cuentan con cerco perimétrico de material noble, pisos, bebederos y comederos de cemento este último con una orientación de este a oeste, techos de calamina y postes de madera de la zona (eucalipto).

Las áreas del establo se encuentran separadas por categorías y distribuidas de forma que faciliten el manejo (Diagrama 2).

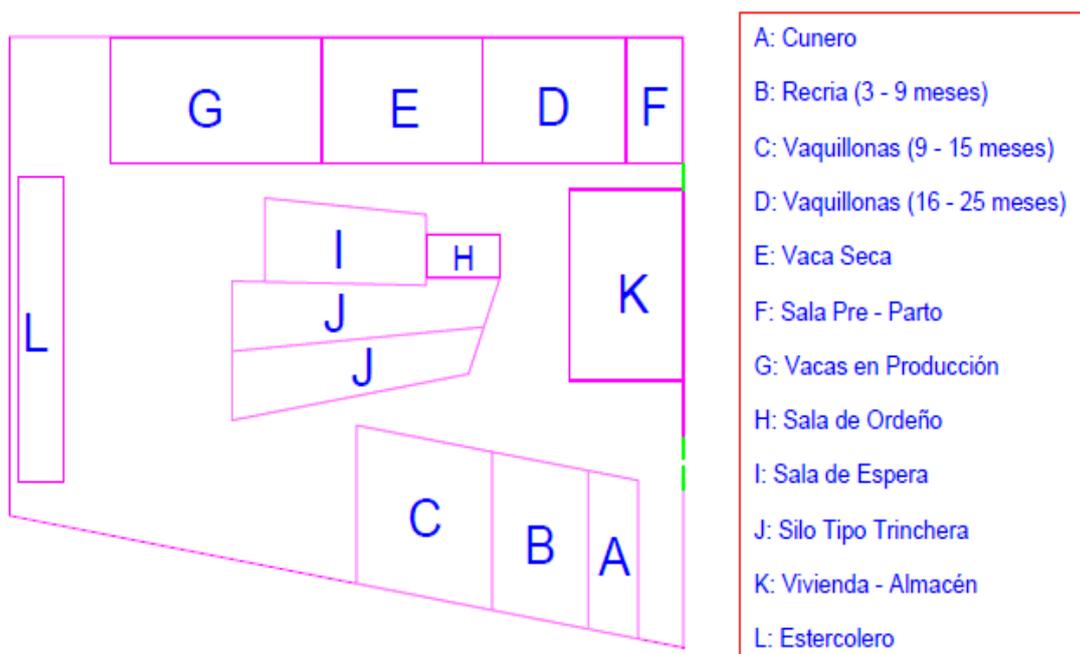


Diagrama 2. Diagrama de Distribución del Establo en Estudio

Fuente: Elaboración Propia

3.2.5 Tipo de alimentación

La alimentación de las vacas en este establo se basa en una ración donde el 70 por ciento es ensilado de residuo de cosecha de maíz amiláceo y el concentrado está constituido por el 30 por ciento restante, manteniéndose esta proporción a lo largo del año en el Cuadro 3 se observa el concentrado usado en el establo.

3.3 Del suministro de concentrado y ensilaje

El concentrado es preparado a base de afrecho de trigo, torta de soya, harina de pescado de segunda, pasta de algodón, bicarbonato de sodio, carbonato de calcio, sal común y sal mineral (Cuadro 3), donde se muestra la fórmula utilizada para la alimentación del ganado en producción.

Cuadro 3. Formulación y Costo de Producción para el hato de Vacas en Producción

INSUMOS	Precio S/Kg	ACTUAL	
		%	Kg /animal
Afrecho de trigo	S/. 0.68	42.86	1.50
Torta de Soya	S/. 1.96	17.14	0.60
Harina de pescado 2da	S/. 1.14	17.14	0.60
Pasta de algodón	S/. 1.60	17.14	0.60
Bicarbonato de sodio	S/. 3.00	1.43	0.05
Carbonato de calcio	S/. 0.40	2.29	0.08
Sal común	S/. 1.00	1.14	0.04
Premezcla vitaminas y minerales	S/. 11.00	0.86	0.03
Sub total		100	3.50
Silo de residuo de cosecha de maíz amiláceo	S/. 0.075		50
Total			54
Costo (S/. Kg de concentrado)			1.255
Costo (S/. /vaca/día)			8.14

1: Precios al 30 de Agosto del 2017. **Fuente:** Elaboración propia

El concentrado es repartido 3 veces al día (después del ordeño de la mañana, a medio día y después del ordeño de la tarde); con respecto al ensilado, éste es repartido de tal forma que no falte en el comedero.

El contenido nutricional del suministro se muestra en el Cuadro 4, donde se muestran la cantidad de requerimientos que nos dan los insumos de la dieta formulada.

Cuadro 4. Contenido Nutricional de la Dieta del Hato de Producción (base seca)

Nutrientes	Porcentaje
Proteína	14.26
Fibra Cruda	24.96
Energía Neta de Lactación (Mcal/kg)	1.41
Calcio	0.73
Fósforo	0.50
Grasa	3.78
Consumo de materia seca (kg/día)	11.77

Fuente: Elaboración Propia

3.3.1 Análisis del residuo de cosecha

En el Cuadro 5, se presenta el análisis químico del ensilado de chala utilizada en la alimentación del ganado, para lo cual se envió una muestra de 1106 gramos de ensilado de chala al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en una bolsa de polietileno, donde se utilizaron los siguientes métodos:

- a) Para humedad el AOAC (2005), 950.46.
- b) Para proteína total el AOAC (2005), 984.13.
- c) Para grasa el ANKOM Technology Method (AOCS Official Procedure Am 5-04).
- d) Para fibra cruda el ANKOM Filter Bag Technique (AOCS Approved Procedure Ba 6a-05).
- e) Para ceniza el AOAC (2005), 942.05.

Cuadro 5. Análisis Químico de la dieta del Hato en Producción

INGREDIENTES	ENSILADO DE RESIDUO DE COSECHA DE MAÍZ	
	BASE FRESCA	BASE SECA
a. Materia Seca (%)	17.2	100
b. humedad (%)	82.8	----
c. Proteína Total (N x 6.25) (%)	1.51	8.78
d. Grasa (%)	0.55	3.20
e. Fibra Cruda (%)	5.39	31.34
f. Ceniza (%)	1.18	6.86
g. ELN (%)	8.57	49.83

ELN = Extracto Libre de Nitrógeno

Fuente: LENA (2017)

En relación a los resultados obtenidos en el análisis proximal del residuo de cosecha de maíz amiláceo se estimó los nutrientes digestibles totales (NDT) y la energía neta de lactación (EN_L).

PASO 1: Estimación de NDT del residuo de cosecha de maíz amiláceo

$$\text{NDT (\%)} = [1.15(\%PT) + 1.75(\%EE) + 0.45(\%FC) + 0.0085(\%ELN)^2 + 0.25(\%ELN)] - 3.4$$

$$\text{NDT (\%)} = [1.15(8.78) + 1.75(3.2) + 0.45(31.34) + 0.0085(49.83)^2 + 0.25(49.83)] - 3.4$$

$$\text{NDT (\%)} = 59.9520028$$

PASO 2: Estimación de la EN_L del residuo de cosecha de maíz amiláceo

$$\text{ENL (Mcal/Kg)} = [0.0245(\%NDT)] - 0.12$$

$$\text{ENL (Mcal/Kg)} = [0.0245(59.9520028)] - 0.12$$

$$\text{ENL (Mcal/Kg)} = 1.348824$$

3.4 Procedencia de los residuos de cosecha

La colección de residuos de cosecha se da entre los meses de Enero y Mayo, dado que esta coincide con la época de cosecha en el Valle del Mantaro, proporcionando un promedio de 30 Toneladas de residuo de chala picada/ha aproximadamente, siendo entre

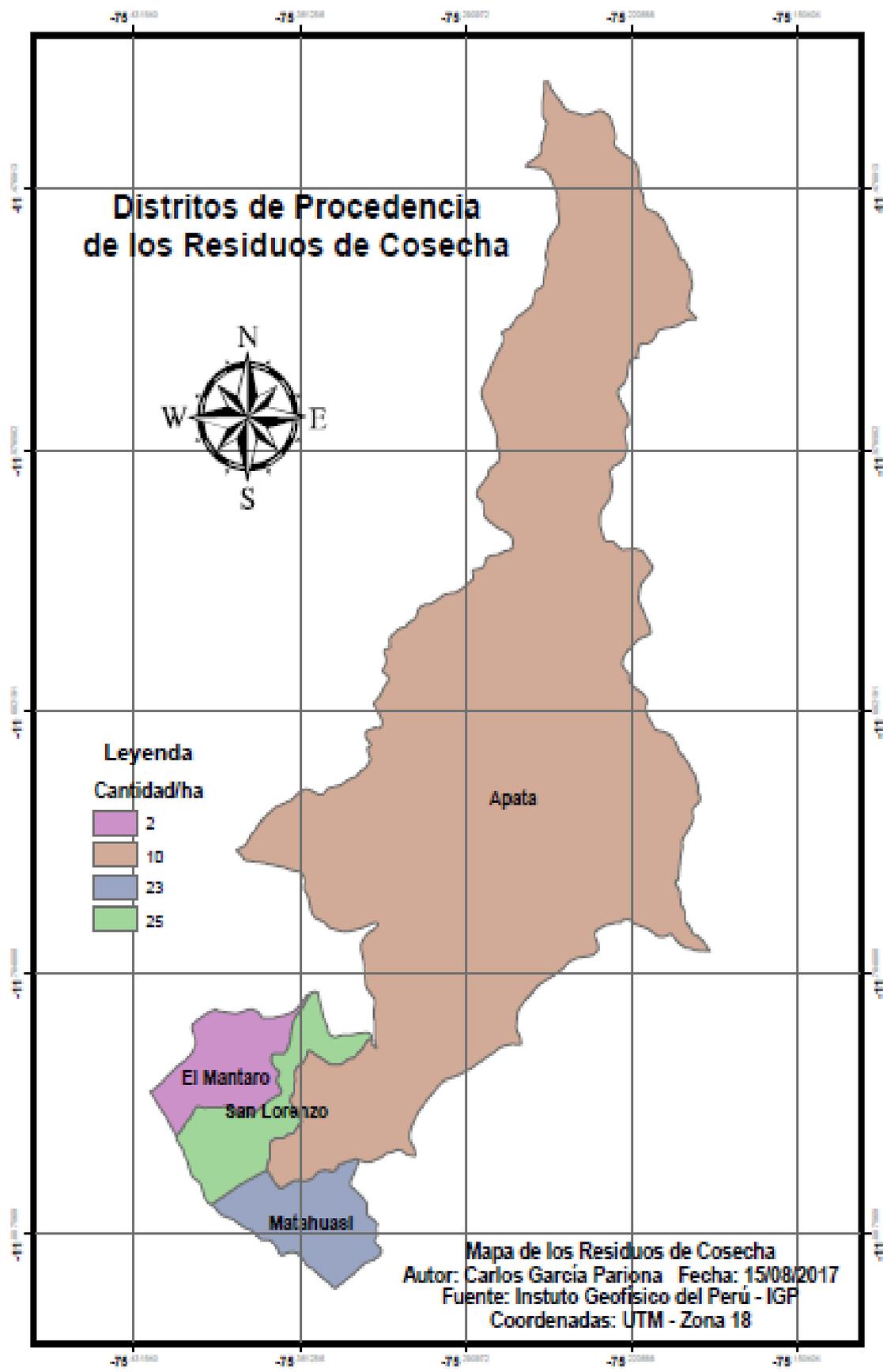
los meses de Enero – Febrero y Abril – Mayo donde se realiza una gran colecta de este material alimenticio.

Estos residuos se distribuyen entre los distritos de Apata, El Mantaro, San Lorenzo y Matahuasi, tal como se muestra en el Cuadro 6 y Mapa 4.

Cuadro 6. Zonas de origen de los Residuos de Cosecha

DISTRITO	CANTIDAD (HA)
Apata	10
El Mantaro	2
San Lorenzo	25
Matahuasi	23

Fuente: Elaboración Propia



Mapa 4. Mapa de Procedencia de los Residuos de Cosecha

Esta colección de residuos a lo largo de los distritos en mención nos genera un aproximado de 1800 Toneladas de residuo de cosecha (Chala) los cuales van a ser almacenados en el silo del establo (Foto 1, Foto 2), que va a ser de mucha utilidad en la alimentación del ganado desde el mes de Junio hasta el mes de Enero del siguiente año, donde otra vez se va a realizar la colecta de residuos de cosecha (Chala).

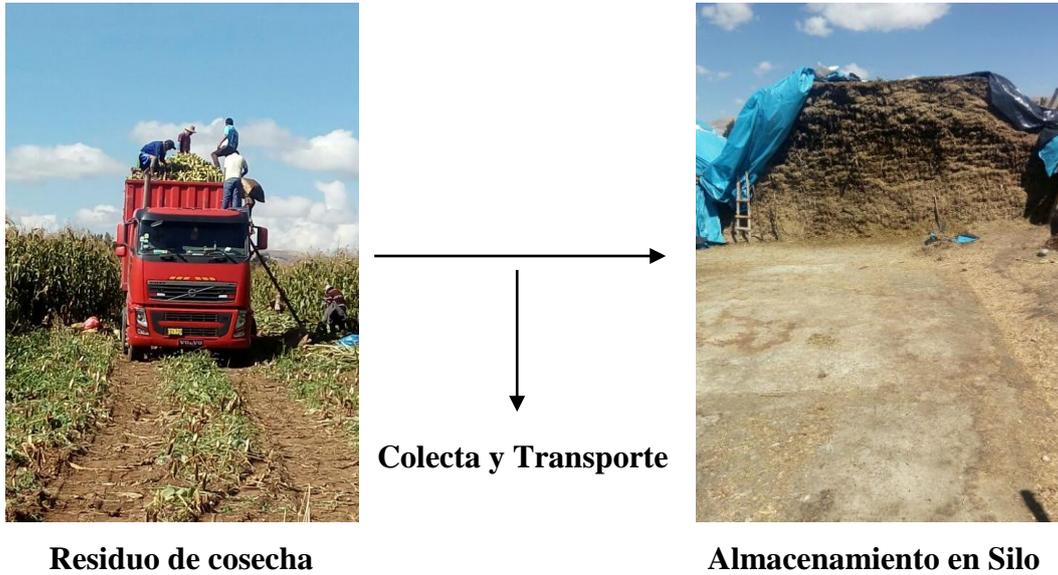


Foto 1. Flujo de seguimiento de los Residuos de Cosecha de maíz amiláceo

Fuente: Elaboración Propia



Foto 2. Silos del Establo Santa Rosa

Fuente: Elaboración Propia

Este proceso es muy común en la Sierra del Perú, debido a que la siembra de maíz choclero está muy relacionada con el periodo de estiaje (ausencia de lluvias).

3.5 Descripción de costos de producción del ensilaje de chala

En los Cuadros 7 y 8 se muestran los costos y rendimientos de producir un ensilado a base de chala picada en el Establo Santa Rosa, donde podemos observar a detalle las cantidades a usar y el costo que incurre a cada proceso, con el agregado de observar el costo para el establo que es 0.075 soles/Kg, siendo este precio muy rentable para el establo.

Cuadro 7. Costo de Ensilado de maíz Chala amiláceo de una hectárea

	Cantidad/ha	Precio S/.	Total S/.
Costo de chala x ha	1	1000	1000
Alquiler de picadora (horas/ha)	6.5	100	650
Mano de obra (per/ha)	3	35	105
Transporte (2 tractores/día)	2	100	200
Extras (sal, plástico)	1	250	250
TOTAL S/.			2205
COSTO TOTAL S/.			2205

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 8. Rendimiento de Chala Picada

ITEMS	Cantidad/ha
Cortes/ha/año	1
Producción (Tn/corte)	30
Producción (Tn ha/año)	30
Costo ensilado de chala/Tn (en establo)	S/. 75.17
Costo/Kg. (puesto en establo)	S/. 0.075

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 9.**Costo de producción por kilo de leche****(sin IGV) Agosto 2017**

		Vacas en Px 49
		SOLES/VACA/AÑO
A. COSTOS VARIABLES		
A.1. Alimentación		S/. 2,972.43
A.2. Sanidad		S/. 165.15
A.3. Reproducción		S/. 109.24
TOTAL COSTO VARIABLE – A		S/. 3,246.82
B. COSTOS FIJOS		
B.1. Depreciación maq. y eq.		S/. 369.39
B.2. Depreciación vacas		S/. 295.31
B.3. Mano de obra		S/. 1,377.83
B.4. Reemplazo vaquillonas		S/. 749.70
B.5. Costo mortalidad/vacas		S/. 210.00
B.6. Gastos generales		
B.B.1. Luz		S/. 36.73
B.B.2. Combustible		S/. 78.37
B.B.3. Teléfono		S/. 29.39
B.B.4. Mant. maq. y equipos		S/. 40.82
B.B.5. Mant. corrales		S/. 0.00
B.7. Misceláneos	1%	
B.8. Imprevistos	2%	S/. 63.75
TOTAL COSTO FIJO - B		S/. 3,251.28
TOTAL (A + B)		S/. 6,498.11
C. DEDUCCIONES		
C.1. Venta vaquillonas		S/. 2,000.00
C.2. Venta terneros		S/. 250.00
C.3. Venta vacas al camal		S/. 500.00
C.4. Venta guano		S/. 0.00
TOTAL DEDUCCIONES - C		S/. 2,750.00
TOTAL (A + B + C)		S/. 3,748.11
D. PRODUCCIÓN LECHE (Kg/vaca/año)		4380
Prom. producción diaria (Kg/vaca/año)		12
COSTO Kg LECHE		0.8557
10% MARGEN DE GANANCIA		0.0856
COSTO DE PRODUCCIÓN TOTAL		0.9413

Fuente: Elaboración Propia

3.6 Costo de producción por kilo de leche

En el Cuadro 9 se presenta el costo de producción por kilo de leche en el establo Santa Rosa, donde podemos observar los puntos considerados para la determinación del costo de producción, por lo tanto para este caso se muestra que el establo tiene un costo de producción de 0.94 S/. / Litro.

3.7 Descripción del precio de la leche

Con respecto al precio que se le paga al establo Santa Rosa, ésta es determinado por la empresa GLORIA S.A. por lo que en el Cuadro 10 se detalla cómo se llega al precio final partiendo del precio base seguida de las bonificaciones que consigue el establo de acuerdo a los parámetros solicitados por la empresa GLORIA S.A.

Cuadro 10. Determinación del precio de leche

% ANALISIS ST	12.27
Pago por leche fresca	0.940000
Solidos totales	0.046898
Reductasa total	0.100000
Prog. Mejora calidad	0.147997
Hato libre brucelosis	0.009401
Hato libre TBC	0.009401
Valor por Kg. de leche sin IGV	1.253697

Fuente: Gloria S.A.

IV. CONCLUSIONES

Con la información presentada en este trabajo de investigación se concluye:

1. El residuo de cosecha de maíz disponible en el Valle del Mantaro constituye, un insumo importante para la elaboración de programas alimenticios más rentables.
2. Con la utilización del residuo de cosecha de maíz se logra reducir los costos de alimentación y por consiguiente el costo de producción por kilo de leche.
3. El ensilado de chala de maíz muestra buenos aportes de proteína en base seca, siendo este de 8.78 por ciento comparables a valores de ensilado de maíz chocleado, esto puede deberse al momento de picado que es inmediatamente después de la cosecha del choclo en un estado de grano leche.

V. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la utilización del residuo de cosecha de maíz debido a que nos permite reducir los costos de alimentación en el establo Santa Rosa – Valle del Mantaro.
2. Se sugiere profundizar en las investigaciones para determinar las diferencias nutricionales en diferentes épocas de maduración pos cosecha del maíz amiláceo para materializar un mejor aprovechamiento de dichos insumos.
3. Realizar investigaciones similares basándose en el ensilado de otros residuos como el rastrojo de haba, para conocer nuevas alternativas de uso para la alimentación de la ganadería.
4. Determinar todos los cultivos del valle del Mantaro y cuántos de estos pueden ser incorporados para la alimentación de la ganadería en esta zona de estudio.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antongiovanni, M.; Sargentini, C. 1991. Variability in chemical composition of straws. Eds. JL Tisserand; X Alibés. Zaragoza. CIHEAM, pp. 49 – 53.
- Arriaran, J. C. 1989. Efecto de la panca de maíz (*Zea mays*) tratada con dos niveles de Urea en la Alimentación de Vacas Holstein sobre la Producción y Tenor Graso de la leche. *Tesis UNA La Molina*.
- Avalos, G.; Cubas, F.; Oría, C.; Díaz, A.; Quispe, N.; Rosas, G.; Cornejo, A.; Solís, O.; Guerra, S. 2011. Atlas climático de precipitación y temperatura del aire en la Cuenca del Río Mantaro. 1ra Edición, Lima, Perú. SENAHMI.
- Barrena, V.; Granela, J.; García, H.; Flores, N.; Rubín, E.; Ocaña, J.; Guillén, R. 2010. Análisis biomásico leñoso y de residuos para uso de combustible (en línea). Consultado el 16 de Agosto 2017. Disponible en <http://www.fao.org/docre/>.
- Bergner, H.; Gorsch, R. 1974. Compuestos nitrogenados-no proteicos en la fabricación de gránulos de paja. España. Acribia.
- Bernui, J. F. 1978. Estudio del Régimen de Precipitación en el Valle del Mantaro. Lima, Perú, pp. 9. *Tesis para optar el título de Ing. Agrícola UNA La Molina*.
- Church, D. C. 1974. Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes. España. Acribia. Volumen 2.
- Cram, D.; Hamond, J. 1963. Química Orgánica. Mc Graw Hill. Edición. España

- Crampton, E.W.; Harris, L. E. 1974. Nutrición animal aplicada. Editorial Acribia. 2da Edición. Zaragoza, España.
- Dixon, R. M. 1985. Availability and characteristics of fibrous residues. *Fibrous Agricultural Residues Newsletter* (FARN) 5 (2).
- Engelhardt, W.; Dellow, D.; Hoeller, H. 1985. The Potential of Ruminants for the Utilization of Fibrous Low Quality Diets. Symposium on Food from Unconventional Sources. *Poultry Nutrition Society* (44): 37 – 43.
- Florez, A. y Bryant. 1990. Manual de pastos y forrajes. Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación en Rumiantes Menores – Texas Tech University – Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA). Dirección general de 39° investigación pecuaria. Programa de investigación pastos y forrajes. Lima. Perú, pp. 209.
- Heady y Dillon. 1972. Agricultural Productions Functions.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, US). 2007. Working Group II Contribution to the Fourth Assesment report of the IPCC. Cambridge University Press, New York.
- Jackson, M. G. 1977. La paja de arroz como alimento para el Ganado. FAO, Roma. *Revista Mundial de Zootecnia* (23): 25 – 32.
- Jiménez, A.; Shimada, A. S. 1984. Comportamiento del borrego pelibuey en crecimiento, alimentado con dietas con base en rastrojo de maíz tratado con álcalis (NH₃, NaOH, Urea). *Técnica Pecuaria en México* (47): 142 – 146.
- Horton, G. M. J. 1978. The intake and digestibility of ammoniated cereal straws by cattle. *Journal Animal Science* (58): 471 – 478.
- Klopfenstein, T. 1978. Chemical treatment of crop residues. *Journal Animal Science* (46): 841 – 848.

- Laforé, M.E. 1999. Diagnóstico alimenticio y composición químico nutricional de los principales insumos de uso pecuario en el Valle del Mantaro. Lima, Perú. pp. 90. *Tesis para optar el Título de Médico Veterinario. UNMSM.*
- Morillo, C. R. 2010. Disponibilidad de residuos agrícolas en valles de la costa del Perú para su uso en la alimentación animal. *Trabajo monográfico UNA La Molina.*
- Morrison, FB. 1980. Alimentación del Ganado., ES. Editorial Acribia. Zaragoza. http://mundo-pecuario.com/tema60/nutrientes_para_monogastricos/alfalfa_harina-282.html (Mundo Pecuario)
- Pacheco, A. F. 1987. Estudio económico del Cultivo de Maíz Choclo en la Agricultura Comercial del Valle del Mantaro. Lima, Perú, pp. 10 – 13, 18 – 19, 22 – 24. *Tesis para optar el Grado Académico de Magister Scientae UNA La Molina.*
- Pigden, W.; Bender, F. 1978. Utilization of Lignocellulose by Ruminants. Ruminant Nutrition. FAO, Roma. *Selected articles from the World Animal Review (Corporate Document Repository).*
- Rodríguez, F.; Zorrilla, J.M.; Muñoz, C.; Arellano, L. 1985. Efectos del tratamiento con hidróxido de amonio y urea, humedad y tiempo en la composición de la paja de frijol. *Técnica Pecuaria en México (49): 42 – 49.*
- Sosa, J.; Cortés, I.; Beltrán, J. L. 2005. Alternativas nutricionales para época seca. Proyecto especial para la seguridad alimentaria. FAO.
- Theander, O.; Aman, P. 1984. Anatomical and chemical characteristics. In Straw and other Fibrous By – Products as Feed. Editorial F. Sundstøl; E. Owen. Amsterdam. Elsevier. pp. 45 – 78.
- Van Soest, P. J. 1966. Nonnutritive residues: A system of Analysis for the replacement of crude fiber. *Journal Association Of Anatomy Chemistry (49): 546 – 551.*

Viestrus, V. E.; Apister, A. F.; Lankevics, J. J.; Ose, V. P.; Bekers, M. J. 1981. Solid state fermentation of wheat straw *Chaetomium cellulolyticum* and *Trichoderma lignorum*. In *Biotechnology and Bioengineering Symp. Dairy Science Abstracts (11): 359 – 369.*

Ward, G.M. 1973. Mas piensos concentrados y menos forraje toscos para los rumiantes. *Revista Mundial de Zootecnia (6): 12 – 23.*