

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD  
DEL CUSCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD NUTRITIVA DE LOS RESIDUOS DEL  
CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN EL CENTRO AGRONÓMICO  
K´AYRA-CUSCO”**

Tesis presentada por el Bachiller en Ciencias

Agrarias: **FRANCISCO OLMEDA SAIRE**

Para optar al Título Profesional de Ingeniero

**ZOOTECNISTA.**

**ASESOR:**

**Ing. ZOOT. DAVID LUCIANO CASTRO CÁCERES**

**K´AYRA-CUSCO**

**2019**

## DEDICATORIA

A mis queridos padres **GREGORIO OLMEDA Y MARTINA SAIRE**, de igual manera a **ENRIQUE AVILES CHAVARRI** y **LEONCIO VARGAS PÚA** por sus apoyos incondicionales y esfuerzos que hicieron posible la culminación de mi carrera.

A mis queridos hermanos que sin su apoyo constante no hubiera sido posible terminar mis objetivos.

A mis queridos amigos y compañeros por sus empujes constantes para seguir adelante.

## AGRADECIMIENTO

A DIOS todo poderoso por guardarme y guiarme en los momentos más difíciles.

Agradezco a mis queridos padres **GREGORIO OLMEDA VALDERRAMA** y a mi **MADRE MARTINA SAIRE CCAHUANA** y a **ENRIQUE PAUL AVILES CHAVARRI** de igual manera a **LEONCIO VARGAS PÚA** quienes son parte de este esfuerzo tan grande en mi vida profesional.

A mis queridos hermanos: Graciela, Saturnino y esposa, Maxi y esposa, Alejandrina, Gabriel y esposa; y a todos mis sobrinos quienes fueron y son mi motivo para culminar esta carrera tan importante para servir a la sociedad.

A todo el equipo de Profesores de la Facultad de Ciencias de Agrarias de la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**, por sus trascendentales conocimientos compartidos en cada momento de mi formación.

Así mismo agradezco rotundamente al **ING. ZOOT. DAVID LUCIANO CASTRO CÁCERES** por el APOYO brindado en cada momento de este trabajo de investigación y fuera de ella.

Mi eterna gratitud a los Ingenieros. **DAVID L. CASTRO CÁCERES**, Ing. **W. VERGARA**, Ing. **J. CARDENAS**, al **MVZ. E. VALDEZ**, Ing. **R. LOAYZA**, **E. SOTOMAYOR**, Ing. **D. URQUIZO**, Ing. Agro. **R. GONZALES** y **OTROS** por sus orientaciones acertadas, y por sus palabras que fueron más que consejos para superarme personalmente.

A esas personas más que amigos como: Efraín Apaza Vargas y a su esposa Sonia Velázquez e hijos, por brindarme su apoyo incondicional; de igual manera agradezco al Sr. Elías y la parte administrativa y a mis queridos amigos Liz Alissan, Vesma, Rocío B, Edwin Orlando, Naysha Lucero, Nidia Y. Lope, David Callo, Percy, Yudith, Shirley, Celia, Elizabeth H. Elizabeth C. Flor M. Brisaida, Verónica, Parwa M. y Samy.

Y a todos mis compañeros, amigos y esas personas que en particular me apoyaron de una u otra manera e hicieron posible mi formación profesional.

## i. ÍNDICE GENERAL

	Página
ii. INTRODUCCIÓN.....	10
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN .....	12
1.1. Identificación del problema objeto de investigación .....	12
1.2. Planteamiento del problema .....	12
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN .....	13
2.1. Objetivos.....	13
2.1.1. Objetivos generales.....	13
2.1.2. Objetivos específicos.....	13
2.2. Justificación .....	13
III. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	15
3.1. Análisis proximal de los alimentos de Weende.....	15
3.1.1. Materia seca (MS) .....	15
3.2.2. Proteína total (PT).....	15
3.2.3. Extracto etéreo (EE) .....	16
3.2.4. Fibra cruda (FC).....	17
3.2.5. Extracto libre de nitrógeno (ELN).....	17
3.2.6. Ceniza .....	18
3.3. Residuos Agrícolas Fibrosos (RAF).....	19
3.3.1. Residuos agrarios .....	21
3.3.2. Cultivos generadores de residuos .....	21
3.3.3. Residuos y subproductos de cosecha .....	22
3.4. Maíz .....	26
3.4.1. Coronta o marlo .....	26
3.4.2. Panca de maíz.....	26
3.5. Pasto Elefante (Pennisetum purpurium).....	27
3.6. Cereales alto andinos .....	28
3.6.1. Paja de avena, trigo y cebada.....	28
3.7. Otros residuos agrícolas .....	30
3.7.1. Granza de Kiwicha.....	30
3.7.2. Broza de quinua.....	31
3.7.3. Broza de espárrago .....	32
3.7.4. Broza de alcachofa .....	34
3.8. Digestibilidad in vitro .....	35
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
4.1. Lugar del experimento.....	36
4.2. Ubicación política.....	36

4.3.	Ubicación geográfica .....	36
4.4.	Ubicación hidrográfica .....	37
4.5.	Análisis químico (laboratorio).....	37
4.6.	MATERIALES.....	37
4.7.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	37
4.8.	METODOLOGÍA .....	38
4.8.1.	Determinación física o Materia seca .....	38
4.8.2.	Determinación química (Ceniza, Proteína total, Extracto etéreo, Fibra cruda, Extracto libre de nitrógeno).....	38
4.8.3.	Determinación y evaluación de la digestibilidad de la proteína total In vitro .....	38
4.8.4.	Determinación del rendimiento por hectárea de materia verde y materia seca .....	39
4.8.5.	Obtención de las muestras de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo .....	40
4.8.6.	Determinación de la materia seca en horno de microondas .....	44
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
5.1.	Determinación de la composición físico química de los residuos de cosecha del maíz para grano y choclo.....	47
5.2.	Contenido de materia seca, ceniza y nutrientes (k o g/m <sup>2</sup> ) de los residuos de cosecha del maíz para grano y choclo.....	49
5.2.1	Materia seca .....	49
5.2.2	Cenizas .....	50
5.2.3	Proteína total.....	51
5.2.4	Extracto etéreo.....	52
5.2.5	Fibra cruda .....	53
5.2.6	Extracto libre de nitrógeno .....	54
5.3	. Digestibilidad de la proteína total in vitro .....	56
5.4	Rendimiento de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo ..	57
VI.	CONCLUSIONES.....	59
VII.	RECOMENDACIÓN .....	60
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	61
IX.	ANEXOS .....	65

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Clasificación y características de los residuos fibrosos tropicales .....	20
Cuadro 2: Composición química proximal (en base seca) de los residuos de cosecha y agroindustriales referidos .....	22
Cuadro 3: Composición de residuos y subproductos agrícolas y agroindustriales de importancia para la alimentación de ovinos en la Sierra Central. ....	25
Cuadro 4: Composición química porcentual de la panca de maíz (base seca), según diferentes autores. ....	27
Cuadro 5: Rendimiento de forraje del pasto elefante en tn/Ms/ha. ....	28
Cuadro 6: Valores (%) de la digestibilidad in vitro de la materia orgánica del pasto elefante .....	28
Cuadro 7: Contenido de proteína cruda en residuos de cosecha (g/kg MS) .....	29
Cuadro 8: Composición química de las granzas de kiwicha. ....	31
Cuadro 9: Composición química de la broza de quinua .....	31
Cuadro 10: Análisis proximal de la broza de quinua .....	32
Cuadro 11: Composición química porcentual de la broza de esparrago (base seca), según diferentes autores. ....	33
Cuadro 12: Componentes y aportes de subproductos de alcachofa .....	34
Cuadro 13: Criterios para caracterizar el valor nutritivo de los forrajes .....	35
Cuadro 14: Composición física química de residuos de maíz grano y choclo en base fresca. ....	47
Cuadro 15: Composición física química de los residuos de cosecha de maíz grano en base seca .....	47
Cuadro 16: Contenido de materia seca ( $k/m^2$ ) de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo .....	49
Cuadro 17: Contenido de las cenizas ( $g/m^2$ ) de las diferentes partes de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo. ....	50
Cuadro 18: Contenido de proteína total ( $g/m^2$ ) de las diferentes partes de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo. ....	51
Cuadro 19: Contenido de extracto etéreo ( $g/m^2$ ) de las diferentes partes de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo .....	52
Cuadro 20: Contenido de fibra cruda ( $g/m^2$ ) de las diferentes partes de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo. ....	53
Cuadro 21: Contenido de extracto libre de nitrógeno ( $g/m^2$ ) de las diferentes partes de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo .....	54
Cuadro 22: Porcentaje de participación de los diferentes partes de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo. ....	55
Cuadro 23: Valores de Proteína Total ( $g/m^2$ ), Proteína total Digestible (%) y Proteína total Digestible ( $g/m^2$ ) de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo .....	56
Cuadro 24: Rendimiento en materia verde y seca de las diferentes partes de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo .....	57
Cuadro 25: Rendimiento en materia seca (tn/ha) y Número de plantas por hectárea de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo .....	58

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Recojo de las muestras de las parcelas seleccionadas (1m <sup>2</sup> ) .....	40
Fotografía 2: Recojo de las muestras de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo .....	41
Fotografía 3: Recojo de las muestras de los residuos de cosecha de maíz grano .....	42
Fotografía 4: Almacenado de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo .....	43
Fotografía 5: Materiales utilizados para la determinación de la materia seca de los residuos de cosecha maíz grano y choclo. ....	44
Fotografía 6: Muestras molidas en bolsas de polietileno de las diferentes partes de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo .....	45
Fotografía 7: Pesado de las muestras para la determinación de la materia seca.....	45
Fotografía 8: Pesado de las muestras para la determinación de la materia seca.....	46
Fotografía 9: Introducción al horno de microondas por un minuto de tiempo.....	46

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Análisis de varianza de materia seca total en los residuos de cosecha de maíz grano y choclo .....	65
ANEXO 2: Análisis de varianza de materia seca de hojas de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo .....	65
ANEXO 3: Análisis de varianza de la materia seca de los tallos de maíz grano y choclo .....	66
ANEXO 4: Análisis de varianza de la materia seca de las inflorescencias de maíz grano y choclo .....	66
ANEXO 5: Análisis de varianza de la Ceniza total de maíz grano y choclo .....	67
ANEXO 6: Análisis de varianza de la Ceniza de las hojas de maíz grano y choclo .....	67
ANEXO 7: Análisis de varianza de la Ceniza de los tallos de maíz grano y choclo .....	68
ANEXO 8: análisis de varianza de la Ceniza de las inflorescencias de maíz grano y choclo .....	68
ANEXO 9: Análisis de varianza de Proteína total de maíz grano y choclo .....	69
ANEXO 10: Análisis de varianza de Proteína total de las hojas de maíz grano y choclo .....	69
ANEXO 11: Análisis de varianza de Proteína total de los tallos de maíz grano y choclo .....	70
ANEXO 12: Análisis de varianza de la Proteína total de las inflorescencias de maíz grano y choclo .....	70
ANEXO 13: Análisis de varianza de Extracto etéreo total de maíz grano y choclo .....	71
ANEXO 14: Análisis de varianza de Extracto etéreo de las hojas de maíz grano y choclo .....	71
ANEXO 15: Análisis de varianza de Extracto etéreo de los tallos de maíz grano y choclo .....	72
ANEXO 16: Análisis de varianza de Extracto etéreo de las inflorescencias de maíz grano y choclo .....	72
ANEXO 17: Análisis de varianza de Fibra cruda total de maíz grano y choclo ....	73
ANEXO 18: Análisis de varianza de la Fibra cruda de las hojas de maíz grano y choclo .....	73
ANEXO 19: Análisis de varianza de la Fibra cruda de los tallos de maíz grano y choclo .....	74
ANEXO 20: Análisis de varianza de la Fibra cruda de las inflorescencias de maíz grano y choclo .....	74
ANEXO 21: Análisis de varianza de extracto libre de nitrógeno total de maíz grano y choclo .....	75
ANEXO 22: Análisis de varianza de extracto libre de nitrógeno de las hojas de maíz grano y choclo .....	75
ANEXO 23: Análisis de varianza de extracto libre de nitrógeno de los tallos de maíz grano y choclo .....	76
ANEXO 24: Análisis de varianza de extracto libre de nitrógeno de las inflorescencias de maíz grano y choclo .....	76



## **RESUMÉN**

El presente trabajo de investigación titulado “**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD NUTRITIVA DE LOS RESIDUOS DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.)**” se realizó en el Centro Agronómico K’ayra. Para este trabajo de investigación se utilizó un Diseño Estadístico al Azar, para este Diseño los tratamientos fueron evaluados para cada una de las diferentes partes de los dos residuos, pares de tipo descriptivo para lo cual se utilizó el Análisis ANVA. En cuanto al porcentaje y cantidad de los nutrientes para cada una de las diferentes partes de los dos residuos de cosecha maíz grano y choclo tenemos; en el primer caso hay mayor cantidad de Materia Seca y ceniza para los residuos de cosecha de maíz grano frente a residuos de cosecha de maíz choclo, hay mayor porcentaje y cantidad de Proteína Total para los residuos de cosecha de maíz choclo frente a los residuos de maíz grano, para Extracto Etéreo tenemos mayor porcentaje para maíz cholo que para maíz grano y en cantidad es mayor para maíz grano que para maíz choclo, para la Fibra Cruda tenemos mayor porcentaje y cantidad de nutrientes para los residuos de maíz choclo que de grano y por ultimo tenemos para el Extracto Libre de Nitrógeno hay mayor porcentaje y cantidad para los residuos de cosecha de maíz choclo que de maíz grano.

**Palabras claves:** Maíz, residuo, cosecha.

## ii. INTRODUCCIÓN

Los ganaderos en el Perú, especialmente en la sierra tienen el gran problema de no contar con el valor nutritivo de los recursos forrajeros disponibles mucho menos de los subproductos agrícolas y residuos de cosecha, lo cual hace que muchas veces no tengan fuentes de forraje apropiadas durante las cuales afecta la producción y su rentabilidad que principalmente depende del costo de alimentación.

Los forrajes, los residuos de cosecha y los subproductos son usualmente consumidos en forma directa por los animales domésticos, sin embargo, no tienen la oportunidad de racionar adecuadamente sus alimentos, lo cual afecta la producción y su rentabilidad.

Los residuos de la cosecha de kiwicha (tallos, hojas y restos de inflorescencia) presentan también un contenido proteico (8% base seca) similar al de la alfalfa y mucho más alto que el que puede encontrarse en la paja del trigo (1%) o del maíz (4%). Estos residuos pueden destinarse como planta forrajera para la alimentación de animales y la digestibilidad conveniente. (Martinez, 2012)

La producción ganadera en la sierra del Perú y en el Centro Agronómico K'ayra es principalmente a base de ensilados, alimento balanceado y al pastoreo, también hay uso de residuos de cosecha y rastrojos sobrantes de las cosechas de maíz, quinua, kiwicha entre otros, es por ello es trabajo de investigación está basado para conocer la composición o la calidad nutricional de los residuos de cultivo de maíz, para así recomendar a los productores de nuestra región para el uso de los recursos forrajeros disponibles sea más eficiente y así abaratar sus

costos de producción y que aprovechen de mejor manera los residuos de cultivo de maíz.

No existe información oficial sobre la producción, composición química y valor nutritivo de los residuos del cultivo para maíz grano o choclo en la sierra del Perú; Siendo objeto de la presente investigación, lograr obtener la información que satisfaga este vacío tecnológico.

## **I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Identificación del problema objeto de investigación**

Los factores que influyen son el desconocimiento del valor nutricional de los residuos forrajeros en especial de los obtenidos en el cultivo del maíz en la granja K'ayra y la sierra del Perú, este desconocimiento lleva a utilizar forrajes o alimentos de alto costo desperdiciando la posibilidad de optimizar sus recursos locales, lo que incrementa sus costos de producción, entonces estos ganaderos no disponen de información que permita mejorar su producción.

### **1.2. Planteamiento del problema**

El problema de los recursos forrajeros es que su uso como forraje para la alimentación de los rumiantes o monogástricos es muy empírica, porque no se conoce la composición físico química de los residuos del cultivo de maíz, no se han realizado investigaciones en la región y mucho menos se conoce su valor nutricional, esto hace que no haya una buena utilización de éstos.

La ganadería en la región del Cusco es a base de recursos forrajeros existentes con mayor presencia y en la mayoría de las Provincias tenemos disponible residuos de cultivo de maíz, siendo lo más utilizados ya sean en verde o como forraje seco sin conocimiento de valor nutricional y limitando su mejor aprovechamiento, el uso de estos residuos les genera un incremento de los costos de producción al no ser utilizados eficientemente por desconocimiento de la calidad nutricional que tienen estos insumos forrajeros.

## II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

### 2.1. Objetivos

#### 2.1.1. Objetivos generales

Evaluar de la calidad nutricional de los residuos del cultivo de maíz grano y maíz choclo (tallo, hoja e inflorescencia) en el Centro Agronómico K'ayra.

#### 2.1.2. Objetivos específicos

Determinar y evaluar de la composición físico-química (materia seca y ceniza; Proteína total, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno,) de los residuos de cultivo de maíz.

Determinar y evaluar de la digestibilidad de la proteína total *In vitro*.

Determinar del rendimiento por hectárea.

### 2.2. Justificación

La actividad pecuaria de nuestra región tiene una posición importante en la economía nacional y regional generando el desarrollo de muchos sectores sobre todo en espacios donde la agricultura interactúa con la ganadería, es así que utilizar los recursos forrajeros existentes y conociendo su valor nutricional abarata los costos de producción lo cual es beneficioso para los productores a nivel nacional.

Este trabajo de investigación se justifica a que los residuos de cosecha de maíz grano y maíz choclo son una fuente forrajera importante que debe de conocerse su valor nutritivo para el uso en la alimentación. Este desconocimiento influye en una inadecuada conservación del forraje destinado al ensilado o para

consumo en forma directa. Conociendo el valor nutricional que tienen los residuos de cosecha de maíz, los ganaderos podrán aprovechar los recursos forrajeros disponibles en su zona, también es recomendable utilizar estos residuos disponibles para no producir quemados en las chacras lo cual contamina el medio ambiente.

### **III. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

#### **3.1. Análisis proximal de los alimentos de Weende**

##### **3.1.1. Materia seca (MS)**

Los forrajes están constituidos por tejidos compuestos por células, éstas contienen agua y MS que constituyen el alimento para los animales. La MS contiene los distintos nutrientes de la planta tales como carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales (Canseco, 2007)

El contenido de MS se determina por la extracción del agua contenida en las plantas al estado fresco o verde (Canseco, 2007). Por lo tanto, el valor de MS total o parcial corresponde a la cantidad de muestra residual que se obtiene luego de eliminar total o parcialmente el agua presente en la muestra, mediante un secado a un tiempo y temperatura determinada (Fuchslocher, 1991)

El uso del microondas para el secado de forrajes no es un método nuevo, ya desde la década del 50 comienza a ser utilizado como técnica rápida en determinación de materia seca parcial en programas de mejoramiento de praderas (Raymond y Harris, 1954, citado por (Cozzolino, 1994)

##### **3.2.2. Proteína total (PT)**

La proteína es un término selectivo que abarca un grupo de productos afines, pero con diferencias fisiológicas. Las proteínas vegetales difieren unas de otras y de las proteínas animales. No hay dos proteínas que sean exactamente iguales en cuanto a su comportamiento fisiológico (Agroindustria, 2013)

El nitrógeno presente en las sustancias proteicas un porcentaje relativamente constante, alrededor del 16%. La determinación de nitrógeno en forma orgánica sirve como medida del contenido proteico de los materiales alimenticios. Pero como además se encuentran presentes pequeñas cantidades de otros compuestos nitrogenados de naturaleza no proteica, sólo pueden determinarse como “proteína cruda”, que no es más que el valor proteico calculado a partir del contenido total de nitrógeno (Agroindustria, 2013)

Como consecuencia de su estructura a base de aminoácidos individuales. Para la determinación analítica del contenido en proteína total, se determina por lo general el contenido de nitrógeno (N) tras eliminar la materia orgánica con ácido sulfúrico (método de Kjeldahl), calculándose finalmente el contenido de proteína con ayuda del factor promedio de 6,25 (Agroindustria, 2013)

### **3.2.3 Extracto etéreo (EE)**

El extracto etéreo o grasa, junto con las proteínas y carbohidratos, constituyen los principales componentes estructurales de los alimentos. Los lípidos se definen como un grupo heterogéneo de compuestos que son insolubles en agua pero solubles en disolventes orgánicos tales como éter, cloroformo, benceno o acetona. Todos los lípidos contienen carbón, hidrógeno y oxígeno, y algunos también contienen fósforo y nitrógeno (Agroindustria, 2013)

El contenido total de lípidos se determina comúnmente por métodos de extracción con disolventes orgánicos como éter o benceno, con un material alimenticio previamente secado e introducido en un equipo de Soxhlet, que consiste en una extracción semicontinua con un disolvente orgánico. En este



método el disolvente se calienta, se volatiliza y condensa goteando sobre la muestra la cual queda sumergida en el disolvente (Agroindustria, 2013)

#### **3.2.4. Fibra cruda (FC)**

La fibra es la suma de la lignina y polisacáridos no almidónicos (celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas y mucilagos) de las plantas (Cummings, citado por Anguera, 2007). Es la fracción de la pared celular de las plantas, resistente al hidrólisis por las enzimas digestivas del ser humano (Trowell, citado por (Anguera, A. 2007), pero son fermentados por la microflora colónica y excretados por las heces (Lee y otros, citados por (Anguera, 2007).

Es el residuo libre de cenizas que resulta del tratamiento en caliente con ácidos y bases fuertes. Constituye el 20-50% de la fibra dietética total. Es un concepto más químico que biológico (<http://www.alimentacion-sana.org/informaciones/novedades/fibra1.htm>)

#### **3.2.5. Extracto libre de nitrógeno (ELN)**

Es una medida indirecta de los carbohidratos solubles o digeribles presentes en el alimento. Se obtiene mediante la sumatoria de los valores porcentuales determinados para la humedad, proteína cruda, lípidos, fibra cruda y ceniza, y substrayendo el total de 100. En alimentos basados en vegetales, esta fracción se compone principalmente de azúcares libres, almidón y otros carbohidratos digeribles (Vasco, 2008)

### 3.2.6. Ceniza

Las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica. Las cenizas normalmente, no son las mismas sustancias inorgánicas presentes en el alimento original, debido a las pérdidas por volatilización o a las interacciones químicas entre los constituyentes (UNAM, 2007-2008)

La determinación del contenido en cenizas consiste en la oxidación de toda la materia orgánica contenida en la muestra, sometiendo a ésta a una combustión en un horno a 600 °C durante 2 horas, hasta conseguir una ceniza blanquecina (AOAC, 1990). Recordar que las cenizas NO aportan energía y pueden ser un indicador de contaminación con tierra.

El valor principal de la determinación de cenizas (y también de las cenizas solubles en agua, la alcalinidad de las cenizas y las cenizas insolubles en ácido) es que supone un método sencillo para determinar la calidad de ciertos alimentos, por ejemplo, en las especias y en la gelatina es un inconveniente un alto contenido en cenizas. Las cenizas de los alimentos deberán estar comprendidas entre ciertos valores, lo cual facilitará en parte su identificación (Kirk, Sawyer & Egan, 1996)

Para alimentos en general, es el método más común para cuantificar la totalidad de minerales en alimentos y se basa en la descomposición de la materia orgánica quedando solamente materia inorgánica en la muestra (Agroindustria, 2013)

### **3.3. Residuos Agrícolas Fibrosos (RAF)**

Los RAF se pueden clasificar según su origen en: residuos de cosecha, residuos de la agroindustria, residuos fibrosos urbanos, excretas de animales de granja y vegetación natural, donde se incluyen la mayor al de los RAF disponibles en el trópico y algunas de las características que influyen sobre su utilización en la alimentación animal. Estos recursos son de muy variado valor nutritivo y de igualmente variada disponibilidad, no sólo en términos de su producción, sino también en la distribución estacional de ella (Cuadros, 2008)

Cuadro 1: Clasificación y características de los residuos fibrosos tropicales

Residuos	Agua (%)	Rendimiento (t MS/ha)	Proteína (%)	Pared celular	ED (MJ/kg MS)	Densidad (K/m <sup>3</sup> )
<b>Residuos de cosecha</b>						
Maíz, paja	20-45	4	5-7	70-80	7,0-8,3	50-100
Sorgo, paja	20-45	4	4-7	65-70	8,3-10,1	50-100
Arroz, paja	30-60	4	3-4	65-70	6,8-7,9	50-100
Algodón .broza	20-30	4	1,5-2,5	70-80	6,5-8,3	50-100
maní, paja	15-30	1,3	10-15	40-50	8,3-10,1	50-100
Caña. Cogollo	50-80	6	6-8	65-75	8,9-10-1	100-150
Banano. Hoja	70-80	2	10-15	40-60	7,4-10-1	100-150
Banano. Seudo tallo	90-95	10	1,8-3,5	35-40	12,9-13,8	100-150
Plátano, hoja	70-80	2	10-15	35-40	7,4-10,1	100-150
Plátano, Seudo tallo	90-95	10	1,8-3,5	40-60	12,9-13,8	100-150
Yuca, hoja	60-80	3,6	20-25	35-40	12,9-13,8	150-200
Batata, rastrojo	60-70	4	12-18	35-45	12,0-12,9	100-150
Frijol, rastrojo	60-70	1	4-6	40-50	7,4-9,2	50-100
Soya, rastrojo	60-70		4-6	65-70	7,4-8,3	50-100
<b>Residuos de la agroindustria</b>						
Maíz, tuza	15-25	0,5	2,5-3,5	80-90	7,4-8,9	200-250
Algodón, cascarilla	15-25	0,3	4-5	85-90	5,5-7,4	150-200
Girasol, capítulo	15-25	2,5	8-11	25-30	12,0-12,9	150-200
Caña, bagazo	46-52	9,8	0,5-2,4	85-90	4,6-5,5	120-170
Caña, bagacillo	15-50	2,8	0,5-2,5	85-90	5,2-6,5	120-170
Café, pulpa	80-90	0,015	9-13	35-40	9,6-11,1	200-250
Café, pergamino	10-20	0,006	2-3	75-85	5,5-6,5	50-100
Cacao, Cáscara	5-15	0,500	6-8	50-55	6,5-8,3	200-250
sisal, pulpa o ripio	50-90	5,9	6-8	35-40	8,3-10,2	100-150
Frutas, desperdicios de enlatados	80-90	-	4-8	20-35	12,9-13,8	350-400
Tomate, bagazo	80-90	-	15-20	35-45	10,2-11,1	150-200

Fuente: (Ruíz, Ruíz &amp; Pezo, 1980)

### **3.3.1. Residuos agrarios**

Se entiende por residuo, de forma general, a un producto cuya característica fundamental es que no tiene valor ni estimación en las circunstancias en las que se genera y que se ha de retirar para facilitar o mejorar los procesos de producción o cultivo (Cuadros, 2008)

Los residuos agrarios, son los residuos generados en el entorno natural y lo integran un grupo heterogéneo de productos compuestos por las plantas, o parte de ellas, que es preciso separar para obtener el fruto, o el propio producto agrícola (Cuadros, 2008)

### **3.3.2. Cultivos generadores de residuos**

Como consecuencia de la actividad agrícola, se genera una gran cantidad de residuos. Unos como raíces, hojas o frutos se descomponen y se integran en el suelo mejorando las propiedades agronómicas del suelo cultivado. Otros residuos integrados por tallos y, en general, por la parte aérea de la planta, se aprovechan en ganadería e industria. Por último, se producen unos residuos que no se aprovechan en la zona en que son generados, y que es preciso eliminar para facilitar las labores agrícolas (Cuadros, 2008)

Los residuos que producen estos cultivos al ser cosechados, son de naturaleza fibrosa como pajas o cañas. La cantidad de paja generada varía entre 1,4 y 4,3 toneladas por cada hectárea de cultivo, pero estos datos deberán reducirse en zonas donde estos residuos tienen una utilidad local con destino industrial, agrícola o ganadero (Cuadros, 2008)

Cuadro 2: Composición química proximal (en base seca) de los residuos de cosecha y agroindustriales referidos

Parámetros	Cogollo de caña	Bagazo de caña	Paja de arroz	Planta de maíz sin mazorca	Tallo de maíz	Tallo de sorgo
Materia seca (%MS)	89,7	55,0	92,0	80,7	90,0	92,0
Ceniza (%)	5,1	1,5	10,8	9,8	7,0	9,5
Proteína cruda (%PC)	3,7	1,4	2,3	8,1	5,0	3,3
Fibra detergente neutra (%FDN)	78,2	88,5	70,5	68,8	70,0	57,2
Fibra detergente ácida (%FDA)	40,7	55,1	39,8	45,8	44,0	46,9
Lignina (%)	11,54	-	-	9,48	-	-
Degradabilidad de la MS (%)	-	24,4	39,9	-	-	-

Fuente: (Borges, 2014)

### 3.3.3. Residuos y subproductos de cosecha

Los residuos de cosecha o rastrojos son la parte que queda de un cultivo luego de haberse extraído el fruto comestible o cosecha, mientras que los subproductos de cosecha se originan luego del procesamiento (selección, molienda, etc.) del componente cosechado. Parte considerable de estos subproductos suele obtenerse de la agroindustria (Jiménez, 2007)

En el Valle del Mantaro la producción de residuos y subproductos de cosecha es proporcional al nivel de producción de cada cultivo, siendo en orden de importancia por la superficie cultivada la papa, maíz amiláceo, cebada grano, haba y trigo (INEI, 1996), aunque últimamente la alcachofa viene ampliando sus áreas de cultivo.

Cerca del 80 % de los ganaderos del Valle del Mantaro emplean el rastrojo de maíz en sus diferentes formas para la alimentación de sus animales, principalmente en bovinos (Laforé, 1999). Se sabe que el mejor momento para su uso como forraje es cuando los granos muestran una apariencia pastosa y están completamente turgentes (UNALM, 1974). Pero la mayor parte de estos rastrojos se recogen y utilizan al iniciar la estación seca, por que estando disponibles al finalizar la estación de lluvias (momento de cosecha) sus elevados precios en ese momento retrasan su compra e inmediata cosecha, dando lugar a la sobremaduración y pérdida de gran parte de sus hojas a causa de la deshidratación y las primeras heladas, efectos que repercuten negativamente en la calidad nutritiva del rastrojo (Laforé, 1999)

Los demás rastrojos tienen una menor frecuencia de utilización, muchos de ellos se encuentran alejados de sus granjas y los costos de recojo y transporte son un serio inconveniente para su utilización (Willians, Fernández & Kelley, 1997). Por lo que, llegado el momento crítico en la disponibilidad de alimentos durante la estación seca, se ven obligados a desplazar sus animales, principalmente ovinos, para rastrojear sus campos.

La principal razón por la que los residuos de cosecha adquieren una baja calidad nutritiva es su estado avanzado de madurez, momento en que la proporción hoja tallo es menor, además ocurre una migración de nutrientes de alto valor desde hojas y tallos hacia los frutos y raíces. (Escobar & Parra, 1980).

Asimismo, se da una disminución del contenido proteico por dilución en los carbohidratos acumulados y se incrementa la cantidad de pared celular asociado a un aumento en la cantidad de lignina (Preston & Leng, 1987). Con lo cual quedan estructuras vegetales con no más de 10 % de proteína total y alta

proporción de carbohidratos estructurales lignificados que derivan en un bajo aporte de energía metabolizable. Sin embargo, manejos relacionados a la calidad del suelo como la fertilización pueden mejorar en algo el valor nutritivo del rastrojo (Preston & Leng, 1987)

Los subproductos de cosecha y agroindustriales tienen una mejor demanda y mejores precios, sobresaliendo a nivel local la papa, cereales y algunas hortalizas, muchas de ellas mal utilizadas o desperdiciadas a falta de tecnologías disponibles para su empleo (Preston & Leng, 1987)



Cuadro 3: Composición de residuos y subproductos agrícolas y agroindustriales de importancia para la alimentación de ovinos en la Sierra Central.

<b>Producto</b>	<b>MS%</b>	<b>PT%</b>	<b>PD Ovino %</b>	<b>FC%</b>	<b>FDN %</b>	<b>EM Mcal/K</b>
Rastrojo de arveja <sup>1</sup>	87,3	7,6	3,8	38,9	-	-
Rastrojo de arveja <sup>2</sup>	60,0	8,9	-	-	59,0	1,6
Rastrojo de haba <sup>2</sup>	74,0	19,0	-	-	62,8	2,0
Rastrojo de maíz ensilado <sup>2</sup>	36,4	8,8	-	-	69,0	2,1
Rastrojo de maíz <sup>2</sup>	25,7	3,7	-	-	50,8	2,2
Paja de avena <sup>1</sup>	90,1	4,4	0,4	41,0		
Paja de avena <sup>2</sup>	81,3	2,4			75,1	1,1
Paja de cebada <sup>1</sup>	88,2	4,1	0,7	42,4		
Paja de cebada <sup>2</sup>	93,1	2,1	-	-	71,6	1,2
Maíz chala fresco <sup>1</sup>	30,6	8,2	4,8	25,7	-	-
Panca de maíz <sup>1</sup>	87,2	5,9	3,1	37,1	-	-
Papa tubérculos frescos <sup>1</sup>	24,6	9,0	5,7	2,1	-	-
Paja de trigo <sup>1</sup>	90,1	3,6	1,5	41,5	-	-
Paja de trigo <sup>2</sup>	75,2	2,6			70,4	1,3
Afrecho de trigo <sup>1</sup>	89,0	18,0	13,5	11,2	-	-
Afrechillo de trigo <sup>1</sup>	90,0	17,2	-	-	-	-
afrechillo de trigo <sup>2</sup>	93,1	17,3	-	-	50,2	2,2
rastrojo de alcachofa <sup>2</sup>	34,6	16,0	-	-	64,4	2,1
Afrecho de cebada <sup>2</sup>	93,9	15,0	-	-	33,7	2,3
Cáscara de cebada <sup>2</sup>	95,6	7,3	-	-	79,9	1,5

Fuente: (Florez & Bryant. 1990)

### **3.4. Maíz**

El maíz (*Zea mays*), es una excelente opción forrajera que por sus características productivas podría ser utilizada en zonas ecológicas en donde ni aún las especies de pastos más adaptadas, permitirán maximizar la capacidad de carga por hectárea (Fuentes, *et al.* 2000)

#### **3.4.1. Coronta o marlo**

Este insumo contiene 33 % de fibra en base fresca, de la cual la celulosa constituye el 90%, su molienda debe ser en molino de martillos con zaranda 7/16. La molienda gruesa causa residuos en el comedero y la muy fina la hace menos apetecible para el animal (Hidalgo, 2013)

#### **3.4.2. Panca de maíz**

Se denomina panca de maíz (PM), a la planta de maíz maduro (seca) del que se le han sacado las mazorcas. Este forraje es de gran valor celulolítico para los vacunos, especialmente si se usa picado y rociado con melaza diluida en agua. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que es un recurso fibroso, con bajo contenido de proteínas y aportes limitados de energía. Al cosechar el rastrojo de maíz, éste puede incluirse en raciones con niveles hasta el 20 y 60%. Según la Dinámica Agropecuaria de la Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos del Ministerio de Agricultura y Riego del Perú, para el 2013 se cultivó alrededor de 560 mil has a nivel nacional de maíz duro, con mayor cantidad en La Libertad, Cajamarca, Loreto, San Martín y Lima (MINAGRI, 2014).

Cuadro 4: Composición química porcentual de la panca de maíz (base seca), según diferentes autores.

Componentes	Llamas <i>et al.</i> (1986)	Phiri <i>et al.</i> (1992)	Yesca <i>et al.</i> (2004)	Feedstuffs (2005)	Díaz <i>et al.</i> (2013)	Promedios
Materia seca (%)	90,7	87,0	92,7	85,0		88,9
Cenizas (%)		3,9	8,0	7,2	4,5	5,9
Proteína cruda (%)	5,5	4,0	6,2	5,9	3,1	4,9
Fibra detergente neutra (%)	73,4		69,2	-	85,6	76,0
Fibra detergente ácida (%)	43,0	30,0	48,0	-	45,6	41,7

Fuente: (Macías, 2015)

### 3.5. Pasto Elefante (*Pennisetum purpurium*)

Planta perenne, nativa de África, crece de 1.5 hasta 6 m de alto y se adapta bien desde el nivel del mar hasta los 2000 m de altura; responde mejor en áreas con temperaturas altas y preferiblemente sobre 1,000 cm de lluvia al año. Se propaga; vegetativamente y se le usa principalmente como forraje de corte, para consumo fresco o ensilado y en menor escala en pastoreo también se le puede asociar con diferentes leguminosas. Bajo buenas condiciones, puede producir hasta 80 tn/MS/ha/año, pero su rango normal va de 15 a 40. En las condiciones de la EAP se han logrado 36 tn/MS/ha/año con una DTVMO de 62 a 78% para el cultivar enano denominado Zamorano (Santillan, 1988)

Es un pasto esencialmente para corte y ensilaje, aunque también se puede utilizar bajo pastoreo y en asociaciones con leguminosas. Debe dársele un periodo de establecimiento entre 90 y 120 días después de la siembra para garantizar un buen desarrollo radicular y una larga vida productiva (Rodríguez, 1983)

Cuadro 5: Rendimiento de forraje del pasto elefante en tn/Ms/ha

Cortes	1	2	3	4	5	6	Suma	Promedio
	tn/MS/ha							
Pasto elefante	4,3	5,0	3,0	7,7	2,5	3,2	25,7	4,3

Cuadro 6: Valores (%) de la digestibilidad en vitro de la materia orgánica del pasto elefante

Cortes	1	2	3	4	5	6	Promedio
Pasto elefante	64,6	59,5	60,0	61,7	62,9	60,4	61,5

Fuente: (Rodríguez, 1983)

### 3.6. Cereales alto andinos

#### 3.6.1. Paja de avena, trigo y cebada

Las pajas de cereales (avena, trigo, cebada) tienen un bajo valor nutritivo y su inclusión debe corresponder a un análisis estratégico del manejo de la alimentación. En general, estudios realizados en el INIA Carillanca (Catrileo, 2015), indica que la paja de cebada es mejor que la de avena, y que la paja de avena es mejor aceptada por el ganado que la paja de trigo. Dado su alto contenido de fibra, los mejores resultados se encontrarán cuando la paja acompañe a otros alimentos de mejor calidad en la ración, siendo un 30 por ciento un nivel apropiado de inclusión. Vacas adultas con insuficiente acceso a forrajes pueden consumir hasta 4 kg de paja de avena al día como suplemento y mantener su condición corporal y peso post destete hasta el parto.

El uso de la paja, en especial de cebada y/o avena, en la ración de novillos o vacas, permitirá dar uso a un alimento que por su contenido de fibra no es

utilizado por otras especies animales. Su inclusión contribuye a utilizar un material vegetal del cual existe una gran disponibilidad en la época seca cuando se presenta escasez de forraje. Además, su utilización como alimento para rumiantes ayuda a bajar los costos de producción, y evitar su quema, contribuyendo de esta forma a disminuir los efectos dañinos sobre el medio ambiente (Catrileo, 2015)

Cuadro 7: Contenido de proteína cruda en residuos de cosecha (g/kg MS)

<b>Residuo</b>	<b>Suecia (1)</b>	<b>USA y Canadá (1)</b>	<b>Reino Unido (1)</b>	<b>Francia (2)</b>	<b>Italia (3)</b>
Cebada	54	41	38	38	32
Avena	45	44	34	32	29
Arroz		42	40		37
Centeno	32	32	36		
Trigo	39-52	36	24-34	35	35-48

Fuente: (Theander, & Aman, 1984)

La paja es el principal residuo que deja el cultivo de un cereal y desde tiempos remotos han sido utilizadas como alimento. Sin embargo, en las últimas décadas, debido al desarrollo de una ganadería más tecnificada, con razas de mayor exigencia, ha ido perdiendo importancia. A esto se suma, como sucede en algunos países, a una mayor separación entre sectores dedicados exclusivamente a producción animal y aquellos dedicados a cultivos, siendo poco rentable transportar en largas distancias estos productos, que son muy voluminosos y que además poseen una baja concentración de nutrientes. A pesar de esto, las pajas constituyen un recurso alimenticio importante a nivel de pequeño y mediano productor, especialmente durante períodos de sequías prolongadas (Monterola, Cerda & Mira, 1999).

La paja de cebada presenta mejor valor nutritivo y aceptabilidad por parte de los animales que la paja de trigo. La digestibilidad de la materia orgánica puede fluctuar entre 45 y 50%, presentando una textura menos grosera que la paja de trigo. El contenido de proteína oscila entre 4 y 6 % (Monterola, Cerda & Mira, 1999)

### **3.7. Otros residuos agrícolas**

#### **3.7.1. Granza de Kiwicha**

Las plantas de este género por su alto contenido proteico en sus hojas y en menor grado en sus tallos, y aun así no deja de ser menospreciable.

Se optó por tipificar como granzas, debido a que esta abarca todos los residuos de pajas, glumas (cubiertas floreales), cubiertas del grano y semillas inmaduras hasta en un 2 % al quedar después de ser aventados (Cervantes, 1987)

El rastrojo de kiwicha, luego de la cosecha, sin considerar los tallos más leñosos, puede ser incorporado en la alimentación animal, y su valor nutritivo es significativo (Cervantes, 1987)

Cuadro 8: Composición química de las granzas de kiwicha

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>% EN BASE SECA</b>
Materia seca	91,38
Proteína cruda	10,67
Grasa cruda	2,86
Fibra cruda	47,24
Ceniza	13,63
Extracto no nitrogenado	25,60

**Fuente:** (Cervantes, 1987)

### 3.7.2. Broza de quinua

El Perú es el primer productor mundial de quinua con 114 343 toneladas anuales, la mayor parte en manos de pequeños agricultores y asociaciones (MINAGRI, 2015). Esta producción de quinua genera cantidades de residuos fibrosos de lignocelulosa tales como la broza y los residuos de la trilla de grano (Carrasco, 2014)

Cuadro 9: Composición química de la broza de quinua

<b>Composición química</b>	<b>Broza de quinua (%)</b>
Materia seca	95,45
Proteína cruda o bruta	6,20
Grasa	0,86
Fibra cruda	40,93
Ceniza	11,25

**Fuente:** (Vargas, 1984)

Cuadro 10: Análisis proximal de la broza de quinua

<b>Nutriente</b>	<b>Broza</b>	<b>Jipi</b>
Materia seca	92,37	90,0
Proteína, g/100g MS	7,53	10,7
Grasa, g/100g MS	1,59	-
Fibra, g/100g MS	42,90	-
Cenizas, g/100g MS	11,41	9,9
Extracto no nitrogenado g/100g MS	36,57	-

Fuente: (FAO, 2010)

Los subproductos de cosecha, trilla y beneficiado de la quinua son empleados en la alimentación de animales domésticos, especialmente los camélidos, ovinos y cerdos; considerando la escasez de material forrajero en las zonas altas, secas y frías, los subproductos de la quinua complementan la alimentación pecuaria (ONUDI, 2006)

### **3.7.3. Broza de espárrago**

El espárrago (*Asparragus officinalis*) es cultivado mayormente en la costa peruana. En la actualidad el Perú es el primer exportador de espárrago del mundo, habiendo logrado desplazar importantes países productores como China y Estados Unidos, y ser reconocido mundialmente por la calidad de su producto (Egure, 2003), (Chavéz, 2007)

La broza verde de espárrago es la parte aérea de la planta que está compuesta por un conjunto de ramas delgadas y cilíndricas que proceden de un conglomerado de yemas, lo que a su vez se origina de un conjunto de raíces denominada corona. Estas yemas al crecer dan origen a los tallos suculentos que



inicialmente no se ramifican y cuando se cosechan tiernos, son los turiones. La broza de espárrago (BE) como forraje en la alimentación de bovinos puede utilizarse de tres formas distintas: como broza verde, heno y ensilaje (Fung, 1994), (Landeo, 1992)

Según las estadísticas del Ministerio de Agricultura y Riego del Perú (MINAGRI, 2013) en el 2013 se produjo un millón de TM de broza de espárrago aproximadamente según un estudio de (Morillo, 2010). La BE tiene una composición química muy cercana a la de la alfalfa, valores de proteína superior a la chala de maíz y con una buena cantidad de extracto libre de nitrógeno (carbohidratos solubles) y fibra cruda. El alto nivel de fibra se debe principalmente al estado de madurez de la planta al momento de la cosecha comercial de los turiones. Los meses de mayor cosecha son de marzo a junio (invierno) y de octubre a diciembre (verano), que son las épocas de mayor demanda (Chavéz, 2007), (López, 2010)

Cuadro 11: Composición química porcentual de la broza de esparrago (base seca), según diferentes autores.

<b>Componentes</b>	<b>Kruger (1968)</b>	<b>Landeo (1992)</b>	<b>Lindo (1993)</b>	<b>Carrasco (1994)</b>	<b>Fung (1994)</b>	<b>Promedios</b>
Proteína cruda (%)	17,4	15,2	15,2	14,1	11,0	14,6
Fibra cruda (%)	33,0	39,8	39,8	46,4	51,1	42,0
Extracto etéreo (%)	2,7	1,3	1,3	3,7	1,3	2,1
ELN (%)	37,4	39,1	39,1	28,1	29,6	34,7
Cenizas (%)	9,3	4,6	4,6	7,7	7,0	6,6

Fuente: (Macías, 2015)

### 3.7.4. Broza de alcachofa

El subproducto de alcachofa proviene de las industrias conserveras, y está compuesto por brácteas externas, tallos e inflorescencias. Es un alimento fibroso, equilibrado en su relación proteína/energía, y dentro de los subproductos húmedos, presenta un buen contenido en materia pudiendo llegar hasta 18%. Debido a su composición química se asemeja enormemente a la de la alfalfa ([http://agroplus.info/pdf/subproducto de alcachofa.pdf](http://agroplus.info/pdf/subproducto_de_alcachofa.pdf))

El subproducto de alcachofa es un excelente subproducto que permite reducir costos al reemplazar gran parte de los concentrados proteicos y la alfalfa. Debido a su elevada palatabilidad y buena aceptación por parte de los rumiantes (vacuno, ovino y caprino) el subproducto de la alcachofa se puede utilizar de manera habitual como alimento del ganado solo o mezclado con cualquier tipo de forraje o ración. Se puede incorporar hasta en un 30 % de la materia seca de la ración sin generar ninguna modificación en las características de la leche producida. La elevada presencia de azúcares libres permite su ensilado fácilmente sin necesidad de aditivos, conservándose en condiciones idóneas largos periodos de tiempo [http://agroplus.info/pdf/subproducto de alcachofa.pdf](http://agroplus.info/pdf/subproducto_de_alcachofa.pdf)

Cuadro 12: Componentes y aportes de subproductos de alcachofa

<b>Componentes</b>		<b>Aportes</b>	
<b>MS</b>	<b>15-18%</b>	<b>EM</b>	<b>1980 kcal/kg</b>
<b>PB</b>	<b>13-17%</b>	<b>UFL</b>	<b>0,84</b>
<b>GB</b>	<b>3-5%</b>	<b>UFc</b>	<b>0,77</b>
<b>FB</b>	<b>28-32%</b>	<b>PDIA</b>	<b>1,9%</b>
<b>Azúcares</b>	<b>2-5%</b>	<b>PDIE</b>	<b>7,4%</b>
<b>Cenizas</b>	<b>3%</b>	<b>PDIN</b>	<b>9</b>

Fuente: [http://agroplus.info/pdf/subproducto\\_de\\_alcachofa.pdf](http://agroplus.info/pdf/subproducto_de_alcachofa.pdf)

### 3.8. Digestibilidad *in vitro*

El sistema de digestibilidad *in vitro* está constituido por un equipo en donde el contenido ruminal y forraje en estudio son sometidos a procesos de incubación bajo condiciones ambientales controlables con el objeto de predecir los procesos digestivos obtenidos en el animal, digestibilidad *in vitro* (Fuller, 2004)

Cuadro 13: Criterios para caracterizar el valor nutritivo de los forrajes

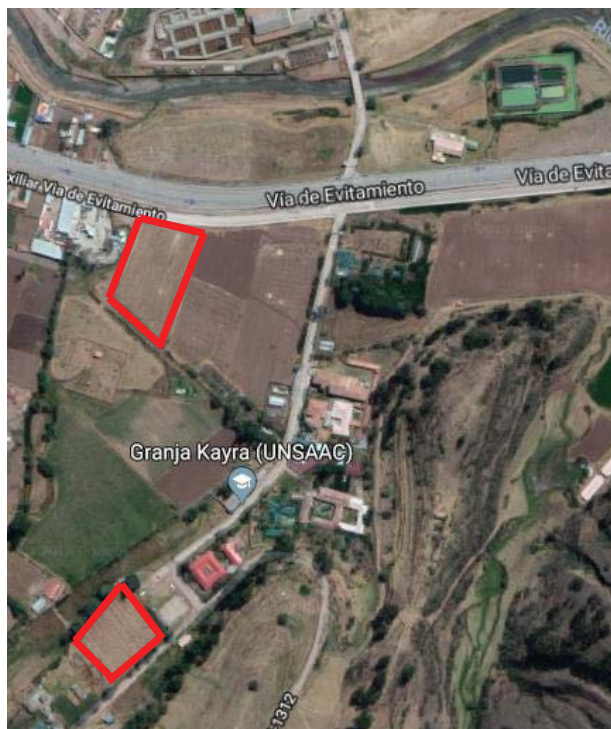
Clasificación relativa	Características de los forrajes			
	Digestibilidad DMO (%)	Fibra FDN (%)	Lignina LDA (%)	Consumo % PV
Alto	> 70	< 45	< 5	< 3
Medio	55-70	45-65	5-10	2-3
Bajo	45-55	65-80	10-15	1-2
Muy bajo	< 45	>80	> 15	< 1

Fuente: (Gonzalez, K. 2017)

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Lugar del experimento

Este trabajo de investigación se realizó en el Centro Agronómico K'ayra de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, en los potreros C<sub>1</sub> y C<sub>3</sub>.



Fuente: Google Maps 2018

### 4.2. Ubicación política

El Centro Agronómico K'ayra se encuentra en el Distrito de San Jerónimo, Provincia y Región de Cusco.

### 4.3. Ubicación geográfica

- Altitud: 3219 msnm
- Latitud: 13° 25' sur
- Longitud: 71° 52' oeste

#### **4.4. Ubicación hidrográfica**

- Cuenca: Vilcanota
- Sub cuenca: Huatanay
- Microcuenca: Huanacaure

#### **4.5. Análisis químico (laboratorio)**

El análisis químico de ceniza, proteína total, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno, así como la digestibilidad de la proteína *in vitro* se realizó de acuerdo a las normas establecidas por la Asociación Internacional de Químicos Agrícolas (AOAC1), en el Laboratorio de Análisis Químico del Departamento Académico de Química de la Universidad Nacional De San Antonio Abad del Cusco, para lo cual se separaron muestras de 100 gramos.

#### **4.6. MATERIALES**

- Balanza
- Segadera
- Dos (02) vasos de vidrio con agua
- Plato de papel para determinar la materia seca
- Horno de microondas
- Bolsas de polietileno
- Materiales de escritorio

#### **4.7. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

Este trabajo de investigación es de tipo descriptivo, donde se han comparado los resultados de ambos residuos de cosecha, no encontrándose diferencias estadísticas significativas.

## **4.8. METODOLOGÍA**

### **4.8.1. Determinación física o Materia seca**

La determinación física o la materia seca se determinó mediante el Horno de microondas, para este caso todos las muestras de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo han sido picados y molidos, la cantidad de muestras colocadas al Horno de microondas fue de 100 gramos con un vaso de agua a la temperatura del medio ambiente, esto se evaluó por un minuto de tiempo repitiendo los mismos pasos hasta que el peso de la muestra quede constante el pesar en una balanza digital.

### **4.8.2. Determinación química (Ceniza, Proteína total, Extracto etéreo, Fibra cruda, Extracto libre de nitrógeno)**

Para el análisis químico todas las muestras fueron enviados al Laboratorio de Análisis Químico del Departamento Académico de Química de la Universidad Nacional De San Antonio Abad del Cusco, para lo cual se separaron muestras de 100 gramos, donde se utilizaron los siguientes métodos para cada una de ella: Para ceniza el AOAC, Para Proteína total el AOAC, Para Extracto etéreo el NTP, Para la Fibra cruda el FAO y para el extracto libre de nitrógeno el método de diferencia.

### **4.8.3. Determinación y evaluación de la digestibilidad de la proteína total *In vitro***

La digestibilidad de la proteína total *in vitro* se evaluó por el método tilley-terry

Una digestión durante 48 horas con microorganismos del rumen, seguido de una digestión durante 48 horas con pepsina y ácido clorhídrico.

#### **4.8.4. Determinación del rendimiento por hectárea de materia verde y materia seca**

Para la determinación del rendimiento de materia seca y materia verde por hectárea se tomó en cuenta el peso de las muestras por metro cuadrado y número de plantas por metro cuadrado.

#### 4.8.5 Obtención de las muestras de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo

Las muestras se obtuvieron de dos potreros diferentes una para los residuos de maíz grano y el otro para los residuos de maíz choclo, las parcelas han sido seleccionadas al azar en cuatro diferentes partes con una medida de 1m<sup>2</sup> para cada una de ellas, los cortes para estas se realizaron como en el “calcheo” de maíz entre los dos o tres nudos de la caña (30 a 40 cm del suelo) estos dependiendo según el tamaño de las plantas.

Fotografía 1: Recojo de las muestras de las parcelas seleccionadas (1m<sup>2</sup>)





Fotografía 2: Recojo de las muestras de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo



El recojo para los dos residuos se realizó al azar, con el método de “calcheo” de unos 30 a 40 centímetros del suelo esto dependiendo del tamaño de las plantas.

El recojo de las muestras de los residuos de cultivo de maíz choclo y maíz chala; para el primer caso se realiza al momento o al día siguientes después de haber quitado el choclo y para los residuos de cultivo de maíz chala se realiza después de haber quitado la mazorca, esto se hace para que no haya ninguna variación en la calidad nutricional que presentan estos residuos. **(Comunicación personal con el ING. Zoot. David L. Castro)**

Fotografía 3: Recojo de las muestras de los residuos de cosecha de maíz grano



Al momento de recoger las muestras se separó en diferentes partes, esto para saber la cantidad por metro cuadrado de cada residuo.

Fotografía 4: Almacenado de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo



El secado de las muestras fue bajo la sombra, las muestras se colocaron en ambientes separadas y lejos del suelo esto para evitar la humedad y que se secado sea más rápida.

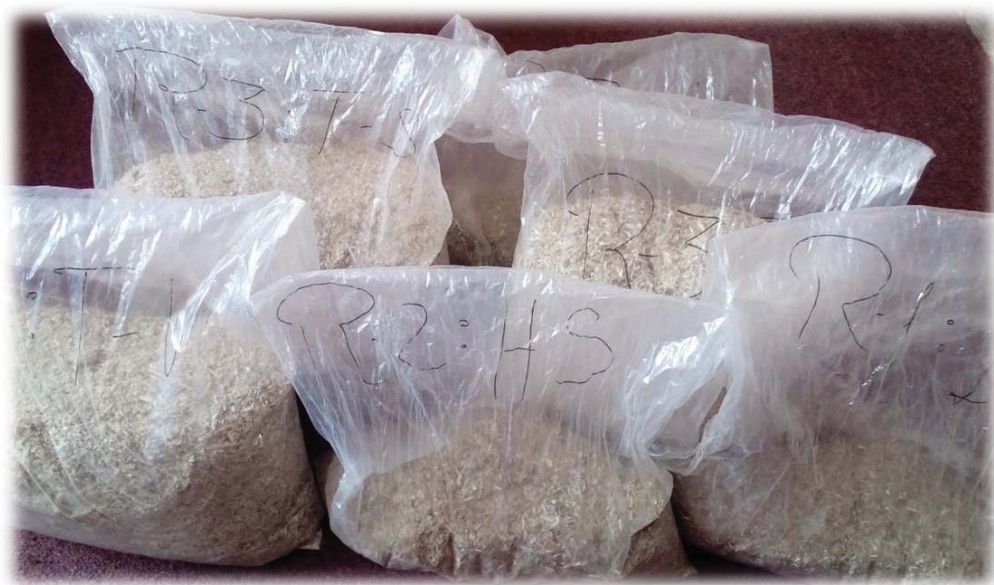
#### 4.8.6. Determinación de la materia seca en horno de microondas

Para la determinación de la materia seca de las muestras, previamente han sido secadas, picadas y molidas, luego de todo ello las muestras se han pesado a 100 gramos cada una de ellas en un plato de papel, después se colocó al horno de microondas por un tiempo de un minuto con un vaso de agua, se repitió el mismo método hasta que las muestras tengan un peso homogéneo (Varinia, 2011)

Fotografía 5: Materiales utilizados para la determinación de la materia seca de los residuos de cosecha maíz grano y choclo.



Fotografía 6: Muestras molidas en bolsas de polietileno de las diferentes partes de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo



Fotografía 7: Pesado de las muestras para la determinación de la materia seca



Fotografía 8: Pesado de las muestras para la determinación de la materia seca



Fotografía 9: Introducción al horno de microondas por un minuto de tiempo



## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Determinación de la composición físico química de los residuos de cosecha del maíz para grano y choclo

En los Cuadros 14 y 15 se muestra la composición física química en base fresca y seca de los residuos de cosecha del maíz

Cuadro 14: Composición física química de residuos de maíz grano y choclo en base fresca

%	Residuos de cosecha de maíz grano			%	Residuos de cosecha de maíz choclo		
	Hoja	Tallo	Inflo.		Hoja	Tallo	Inflo.
<b>H</b>	62,51	86,48	51,24	<b>H</b>	80,51	86,97	66,55
<b>PT</b>	3,0	0,63	2,77	<b>PT</b>	1,96	0,81	1,71
<b>EE</b>	1,42	0,61	1,87	<b>EE</b>	0,85	0,48	1,2
<b>ELN</b>	9,24	5,42	16,13	<b>ELN</b>	4,83	5,44	12,91
<b>FC</b>	17,45	6,43	24,01	<b>FC</b>	9,12	5,65	15,10
<b>C</b>	6,39	0,61	3,98	<b>C</b>	2,51	0,65	2,45
<b>MS</b>	37,49	13,52	48,76	<b>MS</b>	19,49	13,03	33,45

Cuadro 15: Composición física química de los residuos de cosecha de maíz grano en base seca

%	Residuos de cosecha de maíz grano				%	Residuos de cosecha de maíz choclo			
	Hoja	Tallo	Inflo.	Total		Hoja	Tallo	Inflo.	Total
<b>PT</b>	8,01	4,23	5,68	5,27	<b>PT</b>	10,04	6,23	5,12	7,10
<b>EE</b>	3,72	3,57	3,84	3,6	<b>EE</b>	4,36	3,6	3,51	3,80
<b>ELN</b>	24,65	40,12	33,07	35,82	<b>ELN</b>	30,34	41,77	38,51	38,50
<b>FC</b>	46,55	47,58	49,24	47,29	<b>FC</b>	42,56	43,35	45,13	43,61
<b>C</b>	17,06	4,5	8,17	8,09	<b>C</b>	12,71	4,95	7,74	7,00
<b>MS</b>	100	100	100	100	<b>MS</b>	100	100	100	100

En los residuos de cosecha del maíz grano se tiene un mayor porcentaje de materia seca frente a los del maíz choclo (Cuadro 15)

El porcentaje de proteína total en el residuos de maíz grano (5,27%) es inferior al de los residuos de maíz choclo (7,10 %) siendo en el caso del cultivo de maíz chalero, superior respecto al primero e inferior para el segundo (Boschini. & Elizondo, 2004)

Esto puede deberse a que en el cultivo de maíz chalero se cuenta con la presencia de la mazorca como parte del forraje, teniendo un porcentaje de 33,34 % en la composición total.

El porcentaje de Extracto etéreo total son mayores de los residuos de maíz choclo que de maíz grano 3,8 % y 3,6 % respectivamente, siendo inferiores a los del cultivo de maíz chalero de acuerdo a (Boschini. & Elizondo, 2004), Quienes reportan un valor de 7,83 %.

El Extracto libre de nitrógeno total es superior de los residuos de cosecha de maíz choclo frente al de maíz grano 38,50 % y 34,82 %, respectivamente (en el primer caso la planta cuenta con una mayor disponibilidad de carbohidratos solubles para la formación de la mazorca (Estudio Económico del Perú, 2009).

El porcentaje de fibra cruda total en base fresca y seca de los residuos de maíz grano son superiores al de los residuos de maíz choclo, siendo en base seca 47,29 % para maíz grano y 43,61 % para maíz choclo. Cuanto mayor es madurez de la planta se incrementan los valores de fibra cruda (Fassio, *et al.* 2015)

De igual manera el porcentaje de ceniza total es superior de los residuos de cosecha de maíz grano frente al de los residuos de cosecha de maíz choclo con 8,09 % frente a 7,00 % como se muestra en el Cuadro 15.



## 5.2. Contenido de materia seca, ceniza y nutrientes (k o g/m<sup>2</sup>) de los residuos de cosecha del maíz para grano y choclo

### 5.2.1 Materia seca

En el Cuadro 16 se muestra el contenido de materia seca para su comparación, en kilos por metro cuadrado de los residuos de cosecha del maíz grano y choclo, tanto para las partes en estudio (hojas, tallos e inflorescencias) así como del total de la muestra. A pesar que puede suponerse un mayor contenido de materia seca en los residuos de cosecha del maíz para grano, al haber perdido humedad debido a que en este estado fenológico, no se recomienda el riego además de haber pasado la época lluviosa (Estudio económico productivo del Perú, 2009), no se encontraron diferencias estadísticas entre ambos residuos de cosecha, así como de las partes: hojas, tallos e inflorescencias. (Anexos 1, 2,3 y 4)

Cuadro 16: Contenido de materia seca (k/m<sup>2</sup>) de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo

Repeticiones	Residuos de cosecha de maíz grano				Residuos de cosecha de maíz choclo			
	Total	Hoja	Tallo	Inflo.	Total	Hoja	Tallo	Inflo.
<b>M-1</b>	1,294	0,383	0,862	0,049	1,004	0,263	0,704	0,037
<b>M-2</b>	0,725	0,202	0,484	0,039	0,743	0,185	0,521	0,037
<b>M-3</b>	0,865	0,232	0,592	0,041	0,959	0,233	0,691	0,035
<b>M-4</b>	1,007	0,234	0,727	0,046	0,954	0,217	0,692	0,045
<b>Promedio</b>	0,977	0,263	0,670	0,044	0,915	0,225	0,652	0,038

### 5.2.2 Cenizas

En el Cuadro 17 se muestran los contenidos de ceniza en gramos por metro cuadrado de los residuos de cosecha del maíz grano y choclo, tanto para las partes en estudio (hojas, tallos e inflorescencias) así como del total de la muestra.

Cuadro 17: Contenido de las cenizas (g/m<sup>2</sup>) de las diferentes partes de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo

Repeticiones	Residuos de cosecha de maíz grano				Residuos de cosecha de maíz choclo			
	Total	Hoja	Tallo	Inflo.	Total	Hoja	Tallo	Inflo.
<b>M-1</b>	108,13	65,34	38,79	4,00	71,14	33,43	34,85	2,86
<b>M-2</b>	59,48	34,51	21,78	3,19	52,16	23,51	25,79	2,86
<b>M-3</b>	69,57	39,58	26,64	3,35	66,52	29,61	34,20	2,71
<b>M-4</b>	76,40	39,92	32,72	3,76	65,31	27,58	34,25	3,48
<b>Promedio</b>	78,40	44,84	29,98	3,58	63,78	28,53	32,27	2,98

No se encontraron diferencias estadísticas entre los contenidos de ceniza en ambos residuos de cosecha, así como del total y de las partes: hojas, tallos e inflorescencias. (Anexos 5, 6,7 y 8). En ambos residuos se ha cosechado el choclo o la mazorca cuyos contenidos minerales son semejantes.

En ambos residuos de cosecha se ha procedido a cosechar el choclo o la mazorca cuya composición química es similar; es así que correspondiendo para ambos residuos de cosecha un mismo estado fenológico o fenológicos muy cercanos no va a existir variación en la composición físico-química. **(Comunicación personal con el Ing. Agro. Ricardo Gonzales).**

### 5.2.3 Proteína total

En el Cuadro 18 se muestran los contenidos de Proteína total en gramos por metro cuadrado de los residuos de cosecha del maíz grano y choclo, tanto para las partes en estudio (hojas, tallos e inflorescencias) así como del total de la muestra.

Cuadro 18: Contenido de proteína total (g/m<sup>2</sup>) de las diferentes partes de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo

Repeticiones	Residuos de cosecha de maíz grano				Residuos de cosecha de maíz choclo			
	Total	Hoja	Tallo	Inflo.	Total	Hoja	Tallo	Inflo.
<b>M-1</b>	69.89	30.68	36.46	2.78	72.16	26.41	43.86	1.89
<b>M-2</b>	38.87	16.18	20.47	2.22	52.92	18.57	32.46	1.89
<b>M-3</b>	45.95	18.58	25.04	2.33	68.18	23.39	43.05	1.74
<b>M-4</b>	52.10	18.74	30.75	2.61	67.2	21.79	43.11	2.3
<b>Promedio</b>	51,72	21,05	28,18	2,49	65,12	22,54	40,62	1,96

No se encontraron diferencias estadísticas entre los contenidos de proteína total en ambos residuos de cosecha, así como del total y de las partes: hojas, tallos e inflorescencias. (Anexos 9, 10,11 y 12).

En ambos residuos de cosecha se ha procedido a cosechar el choclo o la mazorca cuya composición química es similar; es así que correspondiendo para ambos residuos de cosecha un mismo estado fenológico o fenológicos muy cercanos no va a existir variación en la composición físico-química. **(Comunicación personal con el Ing. Agro. Ricardo Gonzales).**

#### 5.2.4 Extracto etéreo

En el Cuadro 19 se muestran los contenidos de Extracto etéreo en gramos por metro cuadrado de los residuos de cosecha del maíz grano y choclo, tanto para las partes en estudio (hojas, tallos e inflorescencias) así como del total de la muestra.

Cuadro 19: Contenido de extracto etéreo (g/m<sup>2</sup>) de las diferentes partes de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo

Repeticiones	Residuos de cosecha de maíz grano				Residuos de cosecha de maíz choclo			
	total	Hoja	Tallo	Inflo.	Total	Hoja	Tallo	Inflo.
<b>M-1</b>	46.90	14.25	30.77	1.88	38.11	11.47	25.34	1.30
<b>M-2</b>	26.29	7.51	17.28	1.50	28.13	8.07	18.76	1.30
<b>M-3</b>	31.33	8.63	21.13	1.57	36.27	10.16	24.88	1.23
<b>M-4</b>	36.87	8.70	26.40	1.77	35.95	9.46	24.91	1.58
<b>Promedio</b>	35,35	9,77	23,90	1,68	34,62	9,79	23,47	1,35

No se encontraron diferencias estadísticas entre los contenidos de extracto etéreo total en ambos residuos de cosecha, así como del total y de las partes: hojas, tallos e inflorescencias. (Anexos 13, 14,15 y 16)

En ambos residuos de cosecha se ha procedido a cosechar el choclo o la mazorca cuya composición química es similar; es así que correspondiendo para ambos residuos de cosecha un mismo estado fenológico o fenológicos muy cercanos no va a existir variación en la composición físico-química. **(Comunicación personal con el Ing. Agro. Ricardo Gonzales).**

### 5.2.5 Fibra cruda

En el Cuadro 20 se muestran los contenidos de la fibra cruda en gramos por metro cuadrado de los residuos de cosecha del maíz grano y choclo, tanto para las partes en estudio (hojas, tallos e inflorescencias) así como del total de la muestra.

Cuadro 20: Contenido de fibra cruda (g/m<sup>2</sup>) de las diferentes partes de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo

Repeticiones	Residuos de cosecha de maíz grano				Residuos de cosecha de maíz choclo			
	Total	Hoja	Tallo	Inflo.	Total	Hoja	Tallo	Inflo.
M-1	612.56	178.29	410.14	24.13	433.82	111.93	305.18	16.71
M-2	343.5	94.03	230.27	19.20	321.39	78.74	225.94	16.71
M-3	409.86	108,00	281.67	20.19	414.56	99.16	299.55	15.85
M-4	477.49	108.93	345.91	22.65	412.65	92.36	299.98	20.31
<b>Promedio</b>	460,85	122,31	317,00	21,54	395,61	95,55	282,66	17,40

No se encontraron diferencias estadísticas entre los contenidos de fibra cruda total en ambos residuos de cosecha, así como del total y de las partes: hojas, tallos e inflorescencias. (Anexos 17, 18,19 y 20)

En ambos residuos de cosecha se ha procedido a cosechar el choclo o la mazorca cuya composición química es similar; es así que correspondiendo para ambos residuos de cosecha un mismo estado fenológico o fenológicos muy cercanos no va a existir variación en la composición físico-química. **(Comunicación personal con el Ing. Agro. Ricardo Gonzales).**

### 5.2.6 Extracto libre de nitrógeno

En el Cuadro 21 se muestran los contenidos de ELN en gramos por metro cuadrado de los residuos de cosecha del maíz grano y choclo, tanto para las partes en estudio (hojas, tallos e inflorescencias) así como del total de la muestra.

Cuadro 21: Contenido de extracto libre de nitrógeno (g/m<sup>2</sup>) de las diferentes partes de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo

Repeticiones	Residuos de cosecha de maíz grano				Residuos de cosecha de maíz choclo			
	Total	Hoja	Tallo	Inflo.	Total	Hoja	Tallo	Inflo.
<b>M-1</b>	456,44	94,41	345,83	16,20	390,61	79,84	294,06	16,71
<b>M-2</b>	257,94	49,83	194,18	13,93	290,46	56,13	217,62	16,71
<b>M-3</b>	305,26	54,19	237,51	13,56	375,15	70,72	288,63	15,85
<b>M-4</b>	364,64	57,71	291,72	15,21	375,20	65,84	289,05	20,31
<b>Promedio</b>	346,07	64,04	267,31	14,73	357,88	68,14	272,34	17,40

No se encontraron diferencias estadísticas entre los contenidos de extracto libre de nitrógeno en ambos residuos de cosecha, así como del total y de las partes: hojas, tallos e inflorescencias. (Anexos 21, 22, 23 y 24)

En ambos residuos de cosecha se ha procedido a cosechar el choclo o la mazorca cuya composición química es similar; es así que correspondiendo para ambos residuos de cosecha un mismo estado fenológico o fenológicos muy cercanos no va a existir variación en la composición físico-química. **(Comunicación personal con el Ing. Agro. Ricardo Gonzales).**

Los porcentajes de participación de los nutrientes en las diferentes partes de los residuos de cosecha, son mayores, en la composición física y química de éstos, para el tallo, como se muestra en el Cuadro 22.

Cuadro 22: Porcentaje de participación de los diferentes partes de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo

% Participación	Residuos de cosecha de maíz grano				Residuos de cosecha de maíz choclo			
	Total	Hoja	Tallo	Inflo.	Total	Hoja	Tallo	Inflo.
<b>% MS</b>	100	26,92	68,58	4,50	100	24,60	71,23	4,20
<b>% Ceniza</b>	100	57,20	38,24	4,57	100	44,73	50,60	4,67
<b>% PT</b>	100	40,70	54,49	4,81	100	34,61	62,38	3,01
<b>% EE</b>	100	27,64	67,61	4,75	100	28,28	67,80	3,89
<b>% FC</b>	100	26,54	68,79	4,67	100	24,15	71,45	4,40
<b>% ELN</b>	100	18,51	77,24	4,26	100	19,04	76,10	4,86

En ambos residuos de cosecha se ha procedido a cosechar el choclo o la mazorca cuya composición química es similar; es así que correspondiendo para ambos residuos de cosecha un mismo estado fenológico o fenológicos muy cercanos no va a existir variación en la composición físico-química. **(Comunicación personal con el Ing. Agro. Ricardo Gonzales).**

### 5.3. Digestibilidad de la proteína total *in vitro*

En el Cuadro 23 se muestra la digestibilidad de la proteína total *in vitro* en las diferentes partes de los residuos del cultivo de maíz.

Cuadro 23: Valores de Proteína Total (g/m<sup>2</sup>), Proteína total Digestible (%) y Proteína total Digestible (g/m<sup>2</sup>) de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo

Residuos de cosecha de maíz grano					Residuos de cosecha de maíz choclo				
	Hoja	Tallo	Inflo.	Total		Hoja	Tallo	Inflo.	Total
PT g/m <sup>2</sup>	21,1	28,3	2,5	51,9	PT g/m <sup>2</sup>	22,6	33,4	2,0	58,0
PTD g/m <sup>2</sup>	12,7	16,4	1,4	30,5	PTD g/m <sup>2</sup>	15,0	20,7	1,3	37,0
% PTD	60,3	58,10	55,90	58,10	% PTD	66,30	62,00	64,10	64,13

La digestibilidad de la proteína total es mayor en los residuos de cosecha de maíz choclo (64,13 %) frente a la encontrada para los residuos de maíz grano (58,10 %), estos resultados de la digestibilidad de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo son superiores a los reportados por (Boschini. & Elizondo, 2004), con una digestibilidad para hojas con 43,59 %, tallo con 38,09 %, mazorca 57,70 % y para la planta entera con 46,85 %. Por otro lado comparando con (Mangado y Oyarbide, 2017) son inferiores nuestros resultados, quien reporta una digestibilidad del 69,5% en la planta entera.

Los valores de digestibilidad *in vitro* de la proteína total, corresponde, de acuerdo a (Gonzalez, 2017) a una digestibilidad media.



## 5.4 Rendimiento de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo

Cuadro 24: Rendimiento en materia verde y seca de las diferentes partes de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo

Residuos de maíz	Partes	tn/ha	tn/ha
Maíz grano	Hoja	7	57,2
	Tallo	49,3	
	Inflorescencia	0,9	
Maíz choclo	Hoja	11,53	61,9
	Tallo	49,25	
	Inflorescencia	1,15	

El rendimiento de materia verde son mayores para los residuos de cosecha de maíz choclo con un total de 61,9 toneladas por hectárea frente a 57,2 toneladas por hectárea de los residuos de cosecha de maíz grano.

El rendimiento de forraje verde de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo, frente al maíz chalero es inferior a los reportados por (Centro de Producción y Capacitación granja "La Perla" Chumbivilcas- Cusco. Arequipa-Perú, 2015) que tiene un rendimiento de 76,82 toneladas por hectárea hasta 109,19 toneladas por hectárea, esto dependiendo de la variedad del maíz chalero. Por otro parte comparando con (SIRA, 2005) quien reporta para riego por goteo 100,000 k/ha y para riego por aspersión reporta 80,000 k/ha.

Cuadro 25: Rendimiento en materia seca (tn/ha) y Número de plantas por hectárea de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo

Rendimientos y número de plantas	Maíz grano	Maíz choclo
Rendimiento base seca tn/ha	9,77	9,15

El rendimiento en materia seca de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo es mayor para el primer caso, pero estos resultados son inferiores ante el contenido de materia seca de maíz chalero que tiene 17,24 toneladas por hectárea (Mangado & Oyarbide, 2017)

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en que fueron determinadas las variables dependientes en el presente trabajo se concluye que:

El porcentaje total de materia seca, fibra cruda y ceniza es mayor para los residuos de maíz grano frente a los residuos de maíz choclo. De igual manera los porcentajes de proteína total, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno son mayores en los residuos de maíz choclo frente al residuo de maíz grano, el porcentaje de proteína total para los residuos de maíz choclo es mayor a lo reportado para maíz chalero, siendo inversa para los residuos de maíz grano, también no existen diferencias estadísticas entre los promedios de las diferentes partes de los residuos de cosecha para maíz grano y choclo, para materia seca, ceniza, proteína total, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno.

La digestibilidad de la proteína total es mayor en los residuos de cosecha de maíz choclo que en grano y maíz chalero.

El rendimiento de materia seca por hectárea es mayor en los residuos de cosecha de maíz grano frente a los del maíz choclo e inferiores al maíz chalero, y el rendimiento de materia verde es mayor para los residuos de maíz choclo frente al del maíz grano.

## VII. RECOMENDACIÓN

Se recomienda realizar investigaciones de la calidad nutricional de los residuos de maíz amiláceo, para tener las informaciones necesarias y así mejorar la calidad nutricional para los animales.

Se recomienda realizar investigaciones de otros residuos de cosecha así como rastrojos de haba, rastro de kiwicha, rastrojo de quinua, para tener las informaciones necesarios lo cual disminuirá el costo de alimentación de los animales.

Se recomienda hacer tratamientos con amilasa de caña o amonificaciones para mejorar la calidad nutricional y porcentajes de digestibilidad de todos los residuos de cosecha, esto para aprovechar los recursos disponibles en nuestras zonas o regiones.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- 1.- *Agroindustria. (2013). Valor nutricional de los alimentos.*
- 2.- *Anguera, (2007). Efectos de la fibra soluble cáscaras de Plantago ovata sobre factores lipídicos de riesgo cardiovascular. Tesis Doctoral en Nutrición y Metabolismo Unidad de Lípidos y Arteriosclerosis. Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Departamento de M. Virgili: Reus España. 205 p*
- 3.- *AOAC. (1990). Asociación de Químicos Analíticos Oficiales. Métodos oficiales de análisis. AOAC. (15° ed.). (K. Helrich, Ed.) Virginia: Arlington. 1117p*
- 4.- *Borges, (2014). Los residuos fibrosos de cosechas y agroindustria y su uso por rumiantes en el trópico. (UCLA).*
- 5.- *Canseco, (2007). Calidad nutritiva de las paraderas. In Teuber, N., Balocchi, O y Parga, J. (eds). Manejo del pastoreo. Proyecto FIA. Osorno. Chile.*
- 6.- *Carrasco, (2014). Pretratamiento de vapor catalizado con SO<sub>2</sub> de tallos de quinua. DOI: 10.1002 / jctb.4286. Mencionado por jara 2015.*
- 7.- *Catrileo, (2015). Uso de pajas de cereales en alimentación de vacunos. INIA Carillanca, CL.*
- 8.- *Cervantes, (1987). Digestibilidad aparente de las granzas de kiwicha (amarantus caudatus L.) en ovinos- unsaac cusco peru. Cusco.*
- 9.- *Chavéz, (2007). Producción de espárragos en el Perú. Trabajo monográfico disponible en: [www.monografias.com](http://www.monografias.com).*
- 10.- *Cozzolino, (1994). Determinación de materia seca con horno de microondas.*
- 11.- *Cuadros, (2008). Residuos agrícolas, forestales y lodos.*
- 12.- *Egure, (2003). La agricultura de la Costa Peruana. Debate agrario. 35, 1-58.*
- 13.- *Escobar & Parra, (1980). Procesamiento y tratamiento físico-químico de los residuos de cosecha con miras al mejoramiento de su valor nutritivo. En: Estrategias para el uso de residuos de cosecha en la alimentación animal. Costa Rica: Turrialba.*
- 14.- *FAO. (2010). Organización de alimentos y agricultura de las naciones unidas. (INDDA) Instituto de Desarrollo Agroindustria. INPhO compendio de poscosecha. EEUU. 12 p.*
- 15.- *Florez & Bryant (1990). Manual de pastos y forrajes. Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación en Rumiantes Menoresl (INIAA). Lima-Perú. 524-554 p*
- 16.- *Fuchslocher, (1991). Apontes curso laboratorio. Producción animal. Instituto de producción animal. Universidad Austral. Chile- Valdivia. 13 p.*

- 17.- Fuentes, Cruz, Castro, Gloria, Rodríguez, & Ortíz, (2000). *Evaluación de variedades e híbridos de maíz (Zea mays L.) para ensilado. En prensa en Agronomía Mesoamericana.*
- 18.- Fuller, (2004). *La enciclopedia de nutrición animal de campo. Reino Unido. CABI Publishing.*
- 19.- Fung, (1994). *Determinación del consumo voluntario y digestibilidad del heno de broza de espárrago entero y picado en caprinos. Tesis de Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú.*
- 20.- Gonzalez, (2017). *Valor nutricional de los pastos – Zootecnia y Veterinaria es Mi Pasión.*
- 21.- Hidalgo. (2013). *Puno agrobanco formulación de alimentos balanceados para engorde de ganado vacuno.*
- 22.- [http://agroplus.info/pdf/subproducto de alcachofa.pdf](http://agroplus.info/pdf/subproducto_de_alcachofa.pdf). (s.f.).
- 23.- <http://www.alimentacion-sana.org/informaciones/novedades/fibra1.htm>. (s.f.).
- 24.- INEI. (1996). *Tercer censo nacional agropecuario. Perfil agropecuario departamento de Junín. . Lima-Perú. 400 p.*
- 25.- Jiménez. (2007). *Uso de desperdicios de tubérculos de papa y de rastrojos de maíz tratados con urea en la alimentación estratégica de ovinos. 2007 UNMSM. Lima-Perú.*
- 26.- Kirk, Sawyer & Egan, (1996). *Composición y análisis de alimentos de Pearson. (Segunda ed.). México: Continental SA de CV.*
- 27.- Laforé, (1999). *Diagnóstico alimenticio y composición químico nutricional de los principales insumos de uso pecuario en el Valle del Mantaro. UNMSM. Lima-Perú.*
- 28.- Landeo, (1992). *Evaluación de tres niveles de heno de broza de esparrago (Asparragus ojjicinalis) en dietas de engorde de cuyes. Tesis UNAL. Lima-Perú.*
- 29.- López, (2010). *Evaluación de dos niveles de energía y proteína en el concentrado suministrado a vacas lecheras, alimentadas con broza y turión de espárrago. Tesis Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú.*
- 30.- Macías, (2015). *Aplicación de celulasas o xilanasas para mejora en la digestión ruminal in vitro en tres residuos de cosecha" unalm 2015.*
- 31.- Mangado & Oyarbide, (2017). *Red de evaluacion de variedades de maiz forrajero .*
- 32.- Martinez, (2012). *Cultivos andinos clase 13 de Kiwicha.*
- 33.- MINAGRI. (2013). *Oficina de Estudios Económicos. Disponible en <http://www.minag.gov.pe/portal/herramientas/estadisticas>. Perú.*

- 34.- MINAGRI. (2014). Oficina de Estudios Económicos. Disponible en <http://www.minag.gob.pe/portal/herramientas/estadisticas.Perú>.
- 35.- Monterola, Cerda & Mira, (1999). Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes. .
- 36.- Morillo, (2010). Disponibilidad de residuos agrícolas en Valles de la costa del Perú para su uso en la alimentación animal. Tesis de Grado. Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú.
- 37.- ONUDI. (2006). Organización de las naciones unidas para el desarrollo industrial, Estudio para la prospectiva para los productos del altiplano y los valles centrales de los andes de Bolivia-Ecuador-Perú. Mencionado por jara 2015.
- 38.- Preston & Leng, (1987). Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. 2da. Ed. Centro Internacional Pecuario para África (2da. Edición ed.). Colombia.
- 39.- Rodríguez, (1983). Pastos Elefante (*Pennisetum purpureum schuoo*). Originario de Africa. . Caracas-Venezuela: FONAIAP. 1; 12 p.
- 40.- Ruíz, Ruíz & Pezo, (1980). Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos laboratorio de alimentos y departamento de alimentos y biotecnología facultad de química, UNAM. México.
- 41.- Santillan, (1988). Curso de pastos y forrajes. Honduras. Mimeo: Zamorano. 74 p.
- 42.- SIRA. (2005). Sistema de Información Rural Arequipa – SIRA, PSI-PERAT, Paquete Tecnológico: Cultivo de Maíz Forrajero.
- 43.- Theander & Aman, (1984). Características anatómicas y químicas. En Paja y otros subproductos fibrosos como alimento. Eds. F Sundstol; E Owen. Amsterdam: Elsevier. 45-78 p.
- 44.- UNALM. (1974). Manual del maíz. Programa cooperativo de investigaciones en maíz. Comité de productores de maíz. Lima-Perú. 42 p.
- 45.- UNAM. (2007-2008). Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos laboratorio de alimentos y departamento de alimentos y biotecnología facultad de química. México.
- 46.- Vargas, (1984). Digestibilidad IN-VITRO de las brozas de Quinoa, Cañihua, Paja de cebada y heno de avena en Ovinos. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo con mención en zootecnia, puno, Perú. Mencionado por jara 2015. Puno-Perú.
- 47.- Vasco, C. (2008). Determinación de parámetros físico-químicos de zanahoria amarilla como base para el establecimiento de la norma de requisitos. Ecuador.

- 48.- *Willians, Fernández & Kelley, (1997). La influencia de Factores socioeconómicos sobre la disponibilidad y utilización de residuos de cultivos como animal. se alimenta En: Residuos de cultivos en sistemas de cultivos mixtos. (C ed.). India.*



## IX. ANEXOS

Para el análisis de varianza primero se tomó en cuenta el Diseño experimental descriptivo, los resultados para ambos residuos no son significativos para las diferentes partes (Hojas, tallos e inflorescencia).

ANEXO 1: Análisis de varianza de materia seca total en los residuos de cosecha de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	36864	36864	F = 0.21422
Error	14	2409153.75	172082.4107	
Total	15	2446017.75		

El valor de la relación f es 0.21422. El valor de p es .65059. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 7,06**

ANEXO 2: Análisis de varianza de materia seca de hojas de los residuos de cosecha de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	1463.0625	1463.0625	F = 0.07819
Error	14	261969.375	18712.0982	
Total	15	263432.4375		

El valor de la relación f es 0.07819. El valor de p es .783857. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 9,45**

ANEXO 3: Análisis de varianza de la materia seca de los tallos de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	203.0625	203.0625	F = 0.00154
Error	14	1841708.875	131550.6339	
Total	15	1841911.9375		

El valor de la relación f es 0.00154. El valor p es .969215. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 5,68**

ANEXO 4: Análisis de varianza de la materia seca de las inflorescencias de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	27.5625	27.5625	F = 0.05581
Error	14	6914.375	493.8839	
Total	15	6941.9375		

El valor de la relación f es 0.05581. El valor p es .81667. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 20,55**

ANEXO 5. Análisis de varianza de la Ceniza total de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	280.5625	280.5625	F = 0.34208
Error	14	11482.375	820.1696	
Total	15	11762.9375		

El valor de la relación f es 0.34208. El valor de p es .567939. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 10,57**

ANEXO 6: Análisis de varianza de la Ceniza de las hojas de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	473.0625	473.0625	F = 1.53667
Error	14	4309.875	307.8482	
Total	15	4782.9375		

El valor de la relación f es 1.53667. El valor p es .235491. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 9,17**

ANEXO 7: Análisis de varianza de la Ceniza de los tallos de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	529	529	F = 0.76154
Error	14	9725	694.6429	
Total	15	10254		

El valor de la relación f es 0.76154. El valor de p es .397567. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 11,23**

ANEXO 8: análisis de varianza de la Ceniza de las inflorescencias de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	SCM	
Tratamientos	1	1088.019	1088.019	F = 0.91895
error	14	15391.7143	1183.978	
Total	15	16479.7333		

El valor de la relación f es 0,91895. El valor de p es .35524. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 19,83**

ANEXO 9: Análisis de varianza de Proteína total de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	495.0625	495.0625	F = 0.47945
Error	14	14455.875	1032.5625	
Total	15	14950.9375		

El valor de la relación f es 0.47945. El valor p es .499996. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 10,41**

ANEXO 10: Análisis de varianza de Proteína total de las hojas de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	1	1	F = 0.00188
Error	14	7452	532.2857	
Total	15	7453		

El valor de la relación f es 0.00188. El valor de p es .96604. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 12,50**

ANEXO 11: Análisis de varianza de Proteína total de los tallos de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	42.25	42.25	F = 0.07919
Error	14	7469.75	533.5536	
Total	15	7512		

El valor de la relación f es 0.07919. El valor p es .78252. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 12,78**

ANEXO 12: Análisis de varianza de la Proteína total de las inflorescencias de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	210.25	210.25	F = 0.15349
Error	14	19177.5	1369.8214	
Total	15	19387.75		

El valor de la relación f es 0.15349. El valor de p es .701124. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 20,76**

ANEXO 13: Análisis de varianza de Extracto etéreo total de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	12.25	12.25	F = 0.02045
Error	14	8384.75	598.9107	
Total	15	8397		

El valor de la relación f es 0.02045. El valor de p es .888315. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 13,41**

ANEXO 14: Análisis de varianza de Extracto etéreo de las hojas de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	52.5625	52.5625	F = 0.13472
Error	14	5462.375	390.1696	
Total	15	5514.9375		

El valor de la relación f es 0.13472. El valor de p es .719079. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 20,79**

ANEXO 15: Análisis de varianza de Extracto etéreo de los tallos de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	1681	1681	F = 2.26725
Error	14	10380	741.4286	
Total	15	12061		

El valor de la relación f es 2.26725. El valor p es .154361. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 14,29**

ANEXO 16: Análisis de varianza de Extracto etéreo de las inflorescencias de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	1225	1225	F = 1.30312
Error	14	13160.75	940.0536	
Total	15	14385.75		

El valor de la relación f es 1.30312. El valor p es .272795. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 27,65**



ANEXO 17: Análisis de varianza de Fibra cruda total de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	2889.0625	2889.0625	F = 0.06592
Error	14	613605.375	43828.9554	
Total	15	616494.4375		

El valor de la relación f es 0.06592. El valor de p es .801112. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 5,90**

ANEXO 18: Análisis de varianza de la Fibra cruda de las hojas de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	601.8107	601.8107	F = 0.28803
Error	14	27162.5893	2089.4299	
Total	15	27764.4		

El valor de la relación f es 0.28803. El valor de p es .600553. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 8,23**

ANEXO 19: Análisis de varianza de la Fibra cruda de los tallos de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	324	324	F = 0.01705
Error	14	266087.75	19006.2679	
Total	15	266411.75		

El valor de la relación f es 0.01705. El valor de p es .897978. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 6,46**

ANEXO 20: Análisis de varianza de la Fibra cruda de las inflorescencias de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	1242.5625	1242.5625	F = 2.03464
Error	14	8549.875	610.7054	
Total	15	9792.4375		

El valor de la relación f es 2.03464. El valor de p es .17567. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 15,88**

ANEXO 21: Análisis de varianza de extracto libre de nitrógeno total de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	90.25	90.25	F = 0.00311
Error	14	406051.5	29003.6786	
Total	15	406141.75		

El valor de la relación f es 0.00311. El valor de p es .956303. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 6,45**

ANEXO 22: Análisis de varianza de extracto libre de nitrógeno de las hojas de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	189.0625	189.0625	F = 0.34057
Error	14	7771.875	555.1339	
Total	15	7960.9375		

El valor de la relación f es 0.34057. El valor p es .568783. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 7,75**

ANEXO 23: Análisis de varianza de extracto libre de nitrógeno de los tallos de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	280.5625	280.5625	F = 0.01748
Error	14	224765.875	16054.7054	
Total	15	225046.4375		

El valor de la relación f es 0.01748. El valor de p es .896712. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 7,04**

ANEXO 24: Análisis de varianza de extracto libre de nitrógeno de las inflorescencias de maíz grano y choclo

Detalles del resultado				
Fuente de variación	GL	SC	CM	
Tratamientos	1	380.25	380.25	F = 0.44286
Error	14	12020.75	858.625	
Total	15	12401		

El valor de la relación f es 0,44286. El valor de p es .51656. El resultado no es significativo en  $p < .05$ .

**CV%= 14,99**