

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**EFFECTO DE LA DEFOLIACIÓN INFERIOR EN EL  
RENDIMIENTO DEL *Zea mays* “MAÍZ AMARILLO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**CRISTHIAN ENRIQUE VÍLCHEZ MACHUCA**

**HUACHO - PERÚ**

**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE LA DEFOLIACIÓN INFERIOR EN EL  
RENDIMIENTO DEL *Zea mays* “MAÍZ AMARILLO”**

**Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador**



Dr. Sergio Contreras Liza Dr.  
Presidente



Edison Palomares Anselmo  
Secretario



Dra. Maria Del Rosario Utia Pinedo  
Vocal



Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas  
Asesor

**HUACHO – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

*La presente investigación lo dedico a mi hija Dalezkha, a mi esposa Marily, a mis padres Irma y Enrique, a mis abuelos Amancio, Adriana y Gloria, y demás familiares por brindarme los principios educativos, el amor y la perseverancia de superar las adversidades que se presentan en el camino de la vida...*

## AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión y la Escuela de Ingeniería Agronómica, así como también a los docentes que me enseñaron a lo largo de mi formación profesional.
- Al Dr. Dionicio Luis Olivas, por su apoyo incondicional durante la realización de esta investigación.
- Al Jurado Calificador, por sus aportes en la mejora de esta investigación.
- A mis amigos, con quienes compartimos momentos de alegrías y tristezas.
- A todas las personas que me apoyaron en la culminación de este trabajo.
- A ese gran amigo que siempre estuvo conmigo para aconsejarme y ayudarme en todo momento.

# INDICE

## INTRODUCCIÓN

### CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

<b>1.1</b>	<b>Descripción de la realidad problemática .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2</b>	<b>Formulación del problema .....</b>	<b>2</b>
1.2.1	Problema general .....	2
1.2.2	Problemas específicos .....	2
<b>1.3</b>	<b>Objetivos de la Investigación .....</b>	<b>2</b>
1.3.1	Objetivo general .....	2
1.3.2	Objetivos específicos .....	3
<b>1.4</b>	<b>Justificación de la investigación .....</b>	<b>3</b>
<b>1.5</b>	<b>Delimitación del estudio .....</b>	<b>3</b>

### CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....

<b>2.1</b>	<b>Antecedentes de la investigación .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2</b>	<b>Bases teóricas .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3</b>	<b>Definiciones de términos básicos .....</b>	<b>9</b>
<b>2.4</b>	<b>Hipótesis de investigación .....</b>	<b>9</b>
2.4.1	Hipótesis general .....	9
2.4.2	Hipótesis específicos .....	9

### CAPÍTULO III. METODOLOGIA .....

<b>3.1</b>	<b>Diseño metodológico .....</b>	<b>10</b>
3.1.1	Ubicación .....	10
3.1.2	Materiales e insumos .....	10
3.1.3	Diseño experimental .....	10
3.1.4	Factores en estudio .....	10
3.1.5	Tratamientos .....	11
3.1.6	Características del área experimental .....	12
3.1.7	Croquis del experimento .....	13
3.1.8	Variables evaluadas .....	14
3.1.9	Conducción del experimento .....	14
<b>3.2</b>	<b>Población y muestra .....</b>	<b>15</b>
<b>3.3</b>	<b>Técnicas de recolección de datos .....</b>	<b>15</b>

<b>3.4 Técnicas para el procesamiento de la información .....</b>	<b>15</b>
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>33</b>
<b>CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>34</b>
<b>6.1 Conclusiones .....</b>	<b>34</b>
<b>6.2 Recomendaciones .....</b>	<b>34</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>35</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>38</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Pérdida porcentual del rendimiento asociada con distintos grados de defoliación producidos en diferentes etapas de crecimiento .....</i>	<b>7</b>
<b>Tabla 2</b> <i>Tabla de tratamientos .....</i>	<b>11</b>
<b>Tabla 3</b> <i>Análisis de varianza para altura de planta en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz .....</i>	<b>16</b>
<b>Tabla 4</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para altura de planta en días a la defoliación en el maíz. ....</i>	<b>17</b>
<b>Tabla 5</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para altura de planta en porcentaje de defoliación en el maíz.....</i>	<b>17</b>
<b>Tabla 6</b> <i>Análisis de varianza para altura de planta en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz .....</i>	<b>18</b>
<b>Tabla 7</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para altura de inserción de primera mazorca en días a la defoliación en el maíz. ....</i>	<b>18</b>
<b>Tabla 8</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para altura de inserción de primera mazorca en porcentaje de defoliación en el maíz.....</i>	<b>18</b>
<b>Tabla 9</b> <i>Análisis de varianza para longitud de mazorca en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz .....</i>	<b>19</b>
<b>Tabla 10</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para longitud de mazorca en días a la defoliación en el maíz. ....</i>	<b>20</b>
<b>Tabla 11</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para longitud de mazorca en porcentaje de defoliación en el maíz.....</i>	<b>20</b>
<b>Tabla 12</b> <i>Análisis de varianza para ancho de mazorca en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz .....</i>	<b>21</b>
<b>Tabla 13</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para ancho de mazorca en días a la defoliación en el maíz. ....</i>	<b>21</b>
<b>Tabla 14</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para ancho de mazorca en porcentaje de defoliación en el maíz.....</i>	<b>21</b>
<b>Tabla 15</b> <i>Análisis de varianza para número de hileras de granos por mazorca en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz .....</i>	<b>22</b>
<b>Tabla 16</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para número de hileras de granos por mazorca en días a la defoliación en el maíz. ....</i>	<b>23</b>
<b>Tabla 17</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para número de hileras de granos por mazorca en porcentaje de defoliación en el maíz.....</i>	<b>23</b>

<b>Tabla 18</b> <i>Análisis de varianza para número de granos por hilera en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz .....</i>	<b>24</b>
<b>Tabla 19</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para número de granos por hilera en días a la defoliación en el maíz. ....</i>	<b>24</b>
<b>Tabla 20</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para número de granos por hilera en porcentaje de defoliación en el maíz.....</i>	<b>24</b>
<b>Tabla 21</b> <i>Análisis de varianza para peso de granos por mazorca en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz .....</i>	<b>25</b>
<b>Tabla 22</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para peso de granos por mazorca en días a la defoliación en el maíz. ....</i>	<b>26</b>
<b>Tabla 23</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para peso de granos por mazorca en porcentaje de defoliación en el maíz.....</i>	<b>26</b>
<b>Tabla 24</b> <i>Análisis de varianza para peso de coronta por mazorca en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz .....</i>	<b>27</b>
<b>Tabla 25</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para peso de coronta por mazorca en días a la defoliación en el maíz. ....</i>	<b>27</b>
<b>Tabla 26</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para peso de coronta por mazorca en porcentaje de defoliación en el maíz.....</i>	<b>27</b>
<b>Tabla 27</b> <i>Análisis de varianza para peso total de mazorca en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz .....</i>	<b>28</b>
<b>Tabla 28</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para peso total de mazorca en días a la defoliación en el maíz. ....</i>	<b>29</b>
<b>Tabla 29</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para peso total de mazorca en porcentaje de defoliación en el maíz.....</i>	<b>29</b>
<b>Tabla 30</b> <i>Análisis de varianza para peso de 100 granos en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz .....</i>	<b>30</b>
<b>Tabla 31</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para peso de 100 granos en días a la defoliación en el maíz. ....</i>	<b>30</b>
<b>Tabla 32</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para peso de 100 granos en porcentaje de defoliación en el maíz.....</i>	<b>30</b>
<b>Tabla 33</b> <i>Análisis de varianza para rendimiento en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz .....</i>	<b>31</b>
<b>Tabla 34</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para rendimiento en días a la defoliación en el maíz. ....</i>	<b>32</b>

<b>Tabla 35</b> <i>Prueba de Duncan al 5% para rendimiento en porcentaje de defoliación en el maíz.....</i>	<b>32</b>
<b>Tabla 36</b> <i>Datos de campo.....</i>	<b>39</b>
<b>Tabla 37</b> <i>Datos de campo.....</i>	<b>40</b>
<b>Tabla 38</b> <i>Datos de campo.....</i>	<b>41</b>

## Resumen

**Objetivos:** evaluar el efecto de la defoliación inferior en el rendimiento del maíz amarillo. **Metodología:** Se llevó a cabo en la Irrigación Santa Rosa, Huaura, Lima, durante los meses de abril del 2018 a noviembre del 2019. Se implementó el diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, siendo la parcela los días a la defoliación (14, 21, 28 y 35) y las subparcelas el porcentaje de defoliación (0 y 100%). La defoliación se efectuó en el estado R1 y se eliminó las hojas ubicadas por debajo de la primera mazorca. El total de tratamientos fue de ocho con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de 17 m<sup>2</sup> con una densidad de siembra de 75 000 plantas por hectárea. Se evaluaron altura de planta, de inserción de primera mazorca, longitud y ancho de mazorca, número de hileras de grano, granos por hilera, peso de granos, de coronta y total, peso de 100 granos y rendimiento. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Duncan al 5%. **Resultados:** no hubo interacción entre los días a la defoliación y el porcentaje. Para el conjunto de variables evaluadas no hubo diferencias significativas entre los factores principales, con excepción de peso de granos, peso de mazorca y rendimiento, en la que el 100% de defoliación redujo la expresión de las variables antes mencionadas. **Conclusiones:** se concluye que el 100% de defoliación afecta el peso de granos, de la mazorca y el rendimiento.

**Palabras clave:** *Zea mays*, peso de granos, longitud de mazorca.

## Abstract

**Objectives:** to evaluate the effect of lower defoliation on the yield of yellow corn. **Methodology:** It was carried out in the Santa Rosa Irrigation, Huaura, Lima, during the months of April 2018 to November 2019. The experimental design of complete random blocks was implemented with an arrangement of divided plots, with the plot being the days to defoliation (14, 21, 28 and 35) and subplots the percentage of defoliation (0 and 100%). Defoliation was carried out in the R1 stage and the leaves located below the first ear were eliminated. The total of treatments was eight with four repetitions. The experimental unit was 17 m<sup>2</sup> with a planting density of 75,000 plants per hectare. Plant height, first ear insertion, ear length and width, number of rows of grain, grains per row, weight of grains, crown and total, weight of 100 grains and yield were evaluated. For the comparison of means, the Duncan test at 5% was used. **Results:** there was no interaction between the days to defoliation and the percentage. For the set of variables evaluated there were no significant differences between the main factors, with the exception of grain weight, ear weight and yield, in which 100% defoliation reduced the expression of the aforementioned variables. **Conclusions:** it is concluded that 100% defoliation affects the weight of grains, the ear and the yield.

**Key words:** *Zea mays*, grain weight, ear length.

## INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo importante desde el punto de vista social y económico, y ocupa el tercer lugar en área sembrada, después del arroz y la papa. Su cultivo se extiende por las tres regiones naturales del Perú: Costa, Sierra y Selva, y esta actividad es realizado principalmente por los pequeños productores que poseen áreas menores a 4,9 ha (Huamanchumo, 2013). Junto a la actividad agrícola, el pequeño productor realiza actividades pecuarias como es la crianza de vacunos, ovejas, cuyes, entre otros, requiriendo para ello de forrajes verdes para la alimentación. Una alternativa para alimentar a sus ganados es disponer de las hojas del tercio inferior de la planta de maíz, tal como se viene realizando en algunas provincias del Ecuador, pero que esta debe ser aprovechada después que se haya asegurado la polinización, para evitar afectar el rendimiento (Peñaherrera 2011). Este tipo de actividad le permite al productor obtener el mayor beneficio del sistema, al producir granos y aprovechar las hojas verdes, que son un alimento de mejor calidad para el ganado que las hojas secas (Fasae et al., 2009).

## **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la realidad problemática**

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo importante en la costa central del Perú, no solo por la producción de granos, sino también como productora de forraje. El mejor aprovechamiento de este recurso, consiste en aprovechar sus granos y al mismo tiempo, aprovechar el forraje verde, sin que la acción última afecte a la primera. Existen muchas zonas del país en que los agricultores cortan las hojas antes de que el cultivo llegue a la madurez para usarlas como forraje en la alimentación de sus animales.

El daño que puede ocasionar la defoliación en el rendimiento de grano va a depender de la cantidad de hojas eliminadas o dañadas y del momento en que esta se produzca. Si el cultivo no ha llegado a V4-V5, la defoliación generalmente tiene poco efecto en el rendimiento. Después de la etapa V6, este efecto aumenta cuanto más cerca de la floración ocurra la defoliación, ya sea antes o después (Lafitte, 1993).

En ese sentido, cuánto mejor aproveche el forraje verde para la alimentación de sus animales, sin afectar a la producción de granos, le resultará más beneficioso porque estaría optimizando el uso de los recursos disponibles.

### **1.2 Formulación del problema**

#### **1.2.1 Problema general**

¿La defoliación inferior afectará las características de planta, de mazorca y rendimiento en el cultivo del maíz?

#### **1.2.2 Problemas específicos**

¿La defoliación inferior afectará las características de planta en el cultivo del maíz?

¿La defoliación inferior afectará las características de la mazorca en el cultivo del maíz?

¿La defoliación inferior afectará el rendimiento en el cultivo del maíz?

### **1.3 Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto de la defoliación inferior en las características de planta y rendimiento en el cultivo del maíz.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Evaluar el efecto de la defoliación inferior en las características de planta en el cultivo del maíz.

Evaluar el efecto de la defoliación inferior en las características de la mazorca en el cultivo del maíz.

Evaluar el efecto de la defoliación inferior el rendimiento en el cultivo del maíz.

### **1.4 Justificación de la Investigación**

Esta investigación se justifica porque de resultar positivo los beneficiarios directos serían los pequeños productores, al aprovechar mejor los recursos disponibles.

### **1.5 Delimitación del estudio**

Esta investigación se llevó a cabo en la localidad de La Merced, perteneciente a la Irrigación Santa Rosa, distrito de Sayán, provincia de Huaura y región Lima, durante los meses de noviembre del 2019 a junio del 2020.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la Investigación

Ochoa et al (1996), evaluando el efecto de la eliminación de las hojas inferiores de la planta de maíz poco antes y durante la floración femenina en la producción de grano, observaron que la eliminación en forma manual de 4 y 8 hojas inferiores, antes y durante la floración femenina, caracterizada por la emergencia de los estigmas no afectaron significativamente la producción de granos, pero sí observaron una tendencia a la disminución del rendimiento.

Cobarrubias (2000) evaluando el efecto de cuatro niveles de defoliación (0, 1, 3 y 5 hojas por planta), sobre el rendimiento de maíz concluye que el rendimiento de grano y sus componentes no mostraron diferencias significativas al realizarles los distintos niveles de defoliación; que la fertilidad de mazorca tampoco se vio afectada ya que el número de granos por mazorca no presentaron diferencias significativas; y por último el índice de área foliar (IAF), sí disminuyó significativamente cuando el cultivo fue sometido a una defoliación más severa.

Peñaherrera (2011), señala que la defoliación es una práctica común que realizan los pequeños productores en la Sierra del Ecuador, y que estas hojas son utilizadas para alimentar a sus animales (cuyes, conejos, ovinos, etc.); recomienda que la defoliación inferior de las hojas no debe de realizarse cuando la planta está en plena floración porque se afecta el rendimiento.

Viecelli et al. (2011) señala que la eliminación de 6 hojas inferiores durante la etapa de la polinización redujo el rendimiento en un 33% con respecto al testigo.

Delgado et al. (2014) evaluando en prefloración el efecto de la eliminación del 30% de hojas del tercio inferior, medio y superior en el rendimiento, observaron que la eliminación de las hojas del tercio inferior y medio no redujeron el rendimiento de granos.

Quiroz (2019) reporta que el aumento del número de hojas defoliadas por encima de la mazorca en la época de la aparición de la panoja, reduce significativamente el rendimiento.

Ramírez et al. (2019) evaluando momentos de defoliación y número de hojas defoliadas, encontraron que, tanto la defoliación temprana (estado R1) como la eliminación de más de dos hojas inferiores redujeron significativamente el peso de la mazorca y el rendimiento.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Centro de origen del maíz cultivado

De acuerdo a las diferentes investigaciones con respecto al origen del maíz, se llega a aceptar a México como el principal centro primario de diversidad genética y a la Zona Andina como el secundario, donde el cultivo del maíz ha tenido una rápida evolución. De las 50 razas encontradas en México, existen siete homólogas en Guatemala, seis en Colombia, cinco en Perú y dos en Brasil, lo que hace que indiscutiblemente México haya sido el centro de difusión de estas, donde alrededor de 27 o más de la mitad de ellas han permanecido como variedades locales endémicas (Acosta, 2009).

### 2.2.2. Clasificación taxonómica

Según Takhtajan (2009) :

Reino ..... : Plantae  
Division ..... : Magnoliophyta  
Clase..... : Liliópsida  
Orden..... : Poales  
Familia..... : Poaceae  
Tribu..... : Maydeae  
Genero..... : Zea  
Especie..... : mays  
Nombre..... : *Zea mays* L.

### 2.2.3. Características morfológicas

**Tallo:** El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña, presenta entrenudos y con una médula esponjosa si se realiza un corte transversal (López, 1991). El tallo es

relativamente rico en azúcar, y además de sostener las hojas y las partes florales, también es un órgano de reserva que almacena sacarosa (Barros y Calado, 2014).

**Inflorescencia:** El maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral (López, 1991). Los órganos masculinos aparecen antes que los femeninos y por ello es considerado como una especie protoándrica (Barros y Calado, 2014).

**Hojas:** Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes (López, 1991).

**Raíces:** Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias (López, 1991). Las raíces adventicias se desarrollan a partir de cada nudo sucesivo hasta llegar a los siete o diez nudos, todos debajo de la superficie del suelo y forman una red espesa de raíces fibrosas, constituyéndose en el principal sistema de fijación de la planta, además de absorber agua y nutrientes (Deras, 2014).

### 2.2.3 Fases de Desarrollo del Cultivo

El desarrollo de la planta de maíz está dividido en estados vegetativos (V) y reproductivos (R). Los estados vegetativos corresponden al número de hojas desarrolladas (V1, V2, etc.) entre emergencia (VE) y la aparición de la panoja (VT). El número de hojas desarrolladas varía dependiendo del híbrido y de las condiciones ambientales. Se entiende como hoja desarrollada aquella en que se puede apreciar externamente el nudo a simple vista. La etapa reproductiva se inicia con la floración y se extiende durante todo el crecimiento de los granos y concluye cuando

se alcanza la madurez fisiológica (37% - 38% de humedad en los granos) (Fundación Chile, 2011).

#### 2.2.4 La defoliación y su efecto en el rendimiento

El efecto de la defoliación (pérdida de hojas verdes) en el rendimiento de grano en el cultivo de maíz va a depender de la cantidad de hojas perdidas, de la posición en las que se encuentran en las plantas y del momento en que estas sean afectadas (Tabla 1). Si el cultivo no ha llegado a V4-V5, la defoliación generalmente tiene poco efecto en el rendimiento. Después de la etapa V6, este efecto aumenta cuánto más cerca de la floración ocurra la defoliación, ya sea antes o después (Lafitte, 1993).

Tabla 1  
*Pérdida porcentual del rendimiento asociada con distintos grados de defoliación producidos en diferentes etapas de crecimiento.*

Grado de defoliación	Etapa de crecimiento			
	V6	V12	VT	R2
Se eliminó 33% del área (1)	3	7	22	10
Se eliminó 66% del área (1)	3	23	50	26
Se eliminaron todas las hojas (1)	2	40	92	80
Se eliminaron las hojas debajo de la mazorca (2)			2	
Plantas cortadas justo arriba de la mazorca (2)			45	
Se eliminó 54% del área, baja densidad (3)			28	
Se eliminó 51% del área, alta densidad (3)			18	
Se eliminó 73% del área, alta densidad (3)			37	

Fuente: CIMMYT

Existen muchos factores que pueden causar la defoliación o la pérdida parcial de superficie foliar; estas pueden ocurrir a causa del ataque de insectos, daños por viento o granizo, o daños por ganado. Además, en muchas zonas los agricultores cortan hojas antes de que el cultivo llegue a la madurez para usarlas como forraje.

Cuando el forraje forma parte importante del sistema de producción de maíz, no debe causar preocupación el hecho de que la eliminación de hojas reduzca en cierta medida el rendimiento. Se elabora un presupuesto para el sistema, incluyendo el valor del forraje y recordando que las hojas verdes suelen ser un alimento de mejor calidad que las hojas secas. El agricultor necesita obtener el mayor beneficio posible del sistema y, en este caso, puede estar dispuesto a perder cierta cantidad de grano para contar con más o mejor forraje. Si la pérdida de cosecha ocurre por la defoliación ocasionada por el agricultor: recomendar un cambio en la fecha de eliminación de hojas si es necesario (Lafitte, 1993). Este tipo de práctica se viene realizando en algunas provincias del Ecuador, en la que aprovechan las hojas del tercio inferior, después que se haya asegurado la polinización, a fin de no afectar el rendimiento (Peñaherrera, 2011). Este tipo de actividad le permite al productor obtener el mayor beneficio del sistema, al producir granos y aprovechar las hojas verdes que son un alimento de mejor calidad para el ganado que las hojas secas (Fasae et al., 2009).

El maíz es un cultivo de alto potencial productivo, pero sensible a los estreses y con baja capacidad de respuesta, por lo que la defoliación resulta ser negativa para el cultivo, porque al reducirse el área foliar, se intercepta menos luz, la fotosíntesis disminuye y consecuentemente, la producción de biomasa se reduce. Sin embargo, la magnitud de los daños dependerá del momento en que ésta ocurra y de la tolerancia del material genético a la defoliación (Sangoi et al., 2014). Cuando la defoliación ocurre durante la floración femenina se ocasiona una reducción en el rendimiento, siendo la magnitud dependiente de la posición de las hojas (Ospina, 2015). De forma similar, cuando la defoliación ocurre muy próximo a la floración, se produce una reducción significativa del rendimiento como consecuencia de la reducción de la longitud, peso de mazorca y peso de granos por mazorca (Pereira et al., 2012; Oliveira et al., 2013)

## 2.2 Definición de términos básicos

- **Rendimiento:** Proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados.
- **Defoliación:** Caída prematura de las hojas de los árboles y plantas, producida por enfermedad, contaminación ambiental o acción humana.
- **Polinización:** Proceso mediante el cual el grano de polen llega al estigma de una flor.

## 2.3 Hipótesis de investigación

### 2.3.1 Hipótesis General

La defoliación inferior no afecta las características de planta y rendimiento en el cultivo del maíz

### 2.3.2 Hipótesis Específicas

La defoliación inferior no afecta las características de planta en el cultivo del maíz.

La defoliación inferior no afecta las características de la mazorca en el cultivo del maíz.

La defoliación inferior no afecta el rendimiento en el cultivo del maíz.

## **CAPÍTULO III. METODOLOGIA**

### **3.1 Diseño Metodológico**

#### **3.1.1 Ubicación**

Esta investigación se realizó en la Irrigación Santa Rosa, localizada con las coordenadas geográficas 11° 36' 33", -77° 48' 15", perteneciente al departamento de Lima, durante los meses de noviembre del 2019 a junio del 2020.

#### **3.1.2 Materiales e insumos**

Se utilizaron los siguientes materiales:

- a) Semilla de maíz: INIA 619 Megahíbrido.
- b) Mochilas de aplicación.
- c) Fertilizante: Urea, Fosfato diamónico, sulfato de potasio.
- d) Lampas rectas.
- e) Fitosanitarios: herbicidas, fungicidas e insecticidas.
- f) Rafia.
- g) Wincha.
- h) Balanza analítica.

#### **3.1.3 Diseño experimental**

Se utilizó el diseño en bloque completo al azar con arreglo de parcelas divididas. Las parcelas estuvieron constituidas por los momentos de defoliación; y la sub parcela por el porcentaje de defoliación. El total de tratamientos fue de 8. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

#### **3.1.4 Factores en estudio:**

- a) Factor 1: Momentos de defoliación (Parcela)  
M1: a los 14 días después de la polinización.  
M2: a los 21 días después de la polinización.  
M3: a los 28 días después de la polinización.

M4: a los 35 días después de la polinización.

b) Factor 2: Porcentaje de defoliación (Subparcela)

D1: a 0%.

D2: a 100%.

### 3.1.5 Tratamientos:

Los tratamientos fueron los siguientes:

Tabla 2

*Tabla de tratamientos*

Código	Tratamiento
T1	M1 x D1
T2	M1 x D2
T3	M2 x D1
T4	M2 x D2
T5	M3 x D1
T6	M3 x D2
T7	M4 x D1
T8	M4 x D2

### **3.1.6 Características del área experimental**

#### **Características de la unidad experimental**

Ancho	: 3,20 m
Largo	: 4,00 m
Número de surcos	: 04
Distancia entre surcos	: 0,80
Distancia entre golpes	: 0,33 m
Plantas por golpe	: 2

#### **Características del Bloque**

Largo	: 25,60 m
Ancho	: 4,00 m
Número de Bloques	: 4
<b>Área neta del experimento</b>	<b>: 409,60 m<sup>2</sup></b>
<b>Área bruta del experimento</b>	<b>: 579,60 m<sup>2</sup></b>

### 3.1.7. Croquis del experimento

**I**

<b>M1</b>		<b>M3</b>		<b>M4</b>		<b>M2</b>	
<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>

**II**

<b>M2</b>		<b>M4</b>		<b>M1</b>		<b>M3</b>	
<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>

**III**

<b>M4</b>		<b>M2</b>		<b>M3</b>		<b>M1</b>	
<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>

**IV**

<b>M3</b>		<b>M1</b>		<b>M2</b>		<b>M4</b>	
<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>

Leyenda:

M1: Defoliación a los 14 días después de la polinización.

M2: Defoliación a los 21 días después de la polinización.

M3: Defoliación a los 28 días después de la polinización.

M4: Defoliación a los 35 días después de la polinización.

D1: Defoliación a 0%.

D2: Defoliación a 100%.

### **3.1.8 Variables evaluadas**

Las evaluaciones se realizaron al inicio de la cosecha. Se evaluaron las siguientes variables:

- a) Altura de planta (m).
- b) Altura de inserción de mazorca (m).
- c) Número de hojas superiores.
- d) Número de mazorcas por planta.
- e) Longitud de la mazorca (cm).
- f) Ancho de mazorca (cm).
- g) Número de hileras por mazorca
- h) Número de granos por hilera
- i) Peso de 100 granos (gr).
- j) Peso de granos por mazorca (gr).
- k) Peso de tusa (gr).
- l) Peso total de mazorca (gr).

### **3.1.9 Conducción del experimento**

#### **Preparación del terreno**

La preparación del terreno se inició con el riego de machaco. Cuando el terreno estuvo a punto de aradura se procedió al pase del arado, arrastre, gradas y posteriormente se surcaron cada 0,80 m.

#### **Siembra**

Para la siembra se colocaron 5 semillas por cada hoyo, separadas a 0,35 m., y a los 10 días después de la emergencia, se procedió al desahije, dejando solo 2 plantas por cada hoyo.

#### **Fertilización**

La primera fertilización se realizó a los 20 días después de la siembra. Se aplicó 100-100-100 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O. Como fuentes fueron utilizado la Urea, Fosfato diamonico y Cloruro de potasio.

El segundo abonamiento se realizó a los 50 días después de la siembra, antes del aporque. Se aplicó 100 k ha<sup>-1</sup> de N, utilizándose la Urea.

### **Control de malezas**

Inmediatamente después del primer riego se aplicó atrazina en la cantidad de 0,75 kg ha<sup>-1</sup>. Posteriormente se realizaron deshierbos manuales. Las malezas que predominaron fueron *Setaria verticillata* y *Bidens pilosa*.

### **Riegos**

El total de riegos fue de 12 y se realizaron quincenalmente, siendo los riegos más pesados en la fase de llenado de los granos.

### **Control de plagas y enfermedades**

La plaga principal fue el *Spodoptera frugiperda* y para su control se hicieron aplicaciones alternadas de insecticidas como spinoteran y emamectin benzoato. Para la prevención de Hemintosporiosis se aplicó mancozeb.

### **Aplicación de los tratamientos**

La defoliación se realizó en los tiempos indicados y consistió en la eliminación de las hojas ubicadas por debajo de la mazorca principal.

## **3.2 Población y muestra**

### **3.2.1 Población**

La población estuvo constituida por las plantas de maíz presentes en el experimento.

### **3.2.2 Muestra**

Se eligieron al azar 10 plantas de los dos surcos centrales, por cada unidad experimental.

## **3.3 Técnicas de recolección de datos**

Se utilizaron plantillas para el recojo de la información de campo.

## **3.4 Técnicas para el procesamiento de la información**

Para el procesamiento de la información se utilizó Excel y el programa estadístico R.

## CAPITULO IV. RESULTADOS

### 4.1 Altura de planta (m)

Habiéndose realizado el análisis de varianza para la variable altura de planta, Tabla 3, los resultados indican que no se han presentado diferencias significativas para las fuentes de variación como son bloques, momentos y porcentaje de defoliación. Así también, no se ha presentado interacción entre momentos y porcentaje de defoliación. La altura promedio obtenida fue de 1,523 m con coeficientes de variabilidad de 10,74% para parcela y de 12,87% para subparcela.

Tabla 3  
*Análisis de varianza para altura de planta en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz.*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Fcalc.	p-valor
Bloque	3	0,04416	0,014720	0,54998 ns	0,66
Momentos (M)	3	0,04926	0,016420	0,61350 ns	0,62
Error (a)	9	0,24088	0,026764		
% Defoliación (De)	1	0,01665	0,016650	0,43337 ns	0,52
M*De	3	0,01366	0,004553	0,11851 ns	0,94
Error (b)	12	0,46104	0,038420		
Total	31	0,82565			
Promedio	1,523 m				
CV(a)	10,74%				
CV(b)	12,87%				

ns: diferencias no significativas

Al no existir interacción entre los factores principales, se realiza el análisis por separado, es decir por cada factor. Así, comparando las alturas obtenidas para momentos de defoliación por la prueba de Duncan, Tabla 4, puede observarse que no existen diferencias significativas entre los diferentes momentos de la defoliación, significando esto que la defoliación a partir de los 14 días después de la polinización no afecta la respuesta de esta variable. Del mismo modo, comparando el efecto del porcentaje de defoliación, Tabla 5, se observa que no influyó en la variación de la altura de planta.

Tabla 4  
*Prueba de Duncan al 5% para altura de planta en momentos de la defoliación en el maíz.*

Momentos de la defoliación (días después de la polinización)	Altura de planta (m)
14	1,510 a
21	1,496 a
28	1,495 a
35	1,590 a

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

Tabla 5  
*Prueba de Duncan al 5% para altura de planta en porcentaje de defoliación en el maíz.*

Porcentaje de defoliación	Altura de planta (m)
0%	1,500 a
100%	1,546 a

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

#### 4.2 Altura de inserción de primera mazorca (m)

Para altura de inserción de primera mazorca, según el análisis de varianza, Tabla 6, los resultados muestran que no se han presentado diferencias significativas entre los bloques, momentos y porcentaje de defoliación. Así mismo, no se ha presentado interacción entre momentos y porcentaje de defoliación. La altura de inserción de primera mazorca promedio obtenida fue de 0,627 m con coeficientes de variabilidad de 13,77% para parcela y de 17,14% para subparcela.

Al no existir interacción entre los momentos y el porcentaje de defoliación, solo se realiza el análisis por separado, es decir por cada factor. Así, comparando las alturas obtenidas para momentos de defoliación por la prueba de Duncan, Tabla 7, puede observarse que no existen diferencias significativas entre los diferentes momentos de defoliación, significando esto que la defoliación efectuada desde los 14 hasta los 35 días no afectó la respuesta de esta variable, variando los valores entre 0,608 y 0,656 m. Del mismo modo, comparando el efecto del porcentaje de defoliación, Tabla 8, se observa que éste no influyó en la variación de la altura de inserción.

Tabla 6  
*Análisis de varianza para altura de inserción de primera mazorca en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz.*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F <sub>calc.</sub>	p-valor
Bloque	3	0,0089	0,002975	0,39829 ns	0,75
Momentos (M)	3	0,0099	0,003283	0,43957 ns	0,73
Error (a)	9	0,0672	0,007469		
% Defoliación (De)	1	0,0001	0,000113	0,00977 ns	0,92
M*De	3	0,0310	0,010346	0,89412 ns	0,47
Error (b)	12	0,1389	0,011571		
Total	31	0,2560			
Promedio	0,6275 m				
CV(a)	13,77%				
CV(b)	17,14%				

ns: diferencias no significativas

Tabla 7  
*Prueba de Duncan al 5% para altura de inserción de primera mazorca en momentos de la defoliación en el maíz.*

Momentos de la defoliación (días después de la polinización)	Altura de inserción de mazorca (m)
14	0,608 a
21	0,623 a
28	0,621 a
35	0,656 a

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

Tabla 8  
*Prueba de Duncan al 5% para altura de inserción de primera mazorca en porcentaje de defoliación en el maíz.*

Porcentaje de defoliación	Altura de inserción de mazorca (m)
0%	0,625 a
100%	0,629 a

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

### 4.3 Longitud de mazorca (cm)

Para longitud de mazorca, según el análisis de varianza, Tabla 9, los resultados muestran que no se ha presentado diferencias significativas entre los bloques, momentos y porcentaje de defoliación. Así también, no se ha presentado interacción entre momentos y porcentaje de defoliación. La longitud de mazorca promedio obtenida fue de 15,07 cm con coeficientes de variabilidad de 9,98% para parcela y de 7,26% para subparcela.

Tabla 9  
*Análisis de varianza para longitud de mazorca en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz.*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F <sub>calc.</sub>	p-valor
Bloque	3	4,75	1,584333	0,70052 ns	0,57
Momentos (M)	3	6,71	2,236667	0,98895 ns	0,44
Error (a)	9	20,36	2,261667		
% Defoliación (De)	1	1,22	1,217000	1,01699 ns	0,33
M*De	3	5,54	1,846667	1,54318 ns	0,25
Error (b)	12	14,36	1,196667		
Total	31	52,94			
Promedio	15,075 cm				
CV(a)	9,98%				
CV(b)	7,26%				

ns: diferencias no significativas

Al no existir interacción entre los momentos y el porcentaje de defoliación para la variable en estudio, solo se realiza el análisis por cada factor. Así, comparando la longitud de mazorca obtenidas para momentos de la defoliación por la prueba de Duncan, Tabla 10, se puede observar que no existen diferencias significativas entre los diferentes momentos de la defoliación, significando esto que la defoliación efectuada desde los 14 hasta los 35 días después de la polinización no afectó la respuesta de esta variable, variando los valores entre 14,301 y 15,420 cm. Del mismo modo, comparando el efecto del porcentaje de defoliación, Tabla 11, se observa que este no influyó en la variación de la longitud de mazorca.

Tabla 10

*Prueba de Duncan al 5% para longitud de mazorca en momentos de la defoliación en el maíz.*

Momentos de la defoliación (días después de la polinización)	Longitud de mazorca (cm)
14	15,169 a
21	14,301 a
28	15,420 a
35	15,410 a

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

Tabla 11

*Prueba de Duncan al 5% para longitud de mazorca en porcentaje de defoliación en el maíz.*

Porcentaje de defoliación	Longitud de mazorca (cm)
0%	14,880 a
100%	15,270 a

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

#### **4.4 Ancho de mazorca (cm)**

Según el análisis de varianza para ancho de mazorca, Tabla 12, no se han presentado diferencias significativas entre los bloques, momentos y porcentaje de defoliación. Así también, no se ha presentado interacción entre los momentos y el porcentaje de defoliación. El ancho de mazorca promedio obtenido fue de 4,705 cm con coeficientes de variabilidad de 12,56% para parcela y de 8,63% para subparcela.

Al no observarse interacción entre los momentos y el porcentaje de defoliación para ancho de mazorca, solo se realiza el análisis por cada factor. Así, comparando el ancho de mazorca obtenidos para momentos de la defoliación por la prueba de Duncan, Tabla 13, se puede observar que no existen diferencias significativas entre los diferentes momentos de defoliación, significando esto que la defoliación efectuada desde los 14 hasta los 35 días después de la polinización no afectó el ancho de la mazorca, variando los valores entre 4,549 y 4,704 cm. Del

mismo modo, comparando el efecto del porcentaje de defoliación, Tabla 14, se observa que este no influyó en la variación del ancho de mazorca.

Tabla 12

*Análisis de varianza para ancho de mazorca en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz.*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Fcalc.	p-valor
Bloque	3	0,51	0,168833	0,48372 ns	0,70
Momentos (M)	3	0,40	0,134467	0,38525 ns	0,76
Error (a)	9	3,14	0,349033		
% Defoliación (De)	1	0,09	0,093500	0,56770 ns	0,46
M*De	3	0,44	0,146333	0,88848 ns	0,47
Error (b)	12	1,98	0,164700		
Total	31	6,56			
Promedio	4,705 cm				
CV(a)	12,56%				
CV(b)	8,63%				

ns: diferencias no significativas

Tabla 13

*Prueba de Duncan al 5% para ancho de mazorca en momentos de la defoliación en el maíz.*

Momentos de la defoliación (días después de la polinización)	Ancho de mazorca (cm)
14	4,704 a
21	4,549 a
28	4,866 a
35	4,703 a

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

Tabla 14

*Prueba de Duncan al 5% para ancho de mazorca en porcentaje de defoliación en el maíz.*

Porcentaje de defoliación	Ancho de mazorca (cm)
0%	4,759 a
100%	4,651 a

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

#### 4.5 Número de hilera de granos por mazorca

Para número de hileras de granos por mazorca, según el análisis de varianza, Tabla 15, no se han presentado diferencias significativas entre los bloques y momentos, pero sí para porcentaje de defoliación. Así también, no se ha presentado interacción entre momentos y porcentaje de defoliación. El número de hileras de granos promedio obtenido fue de 13,36 con coeficientes de variabilidad de 4,35% para parcela y de 3,57% para subparcela.

Tabla 15

*Análisis de varianza para número de hileras de granos por mazorca en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz.*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F <sub>calc.</sub>	p-valor
Bloque	3	0,55	0,182033	0,53984 ns	0,66
Momentos (M)	3	1,25	0,415233	1,23142 ns	0,35
Error (a)	9	3,03	0,337200		
% Defoliación (De)	1	1,91	1,911000	8,42036 *	0,01
M*De	3	1,44	0,480033	2,11515 ns	0,15
Error (b)	12	2,72	0,226950		
Total	31	10,90			
Promedio	13,36				
CV(a)	4,35%				
CV(b)	3,57%				

ns: diferencias no significativas; \* : diferencias significativas al 5%

Al no presentarse interacción entre los momentos y el porcentaje de defoliación para número de hileras de grano, solo se realiza el análisis por cada factor. Así, comparando el número de hileras de grano obtenidos para días a la defoliación por la prueba de Duncan, Tabla 16, se puede observar que no existen diferencias significativas entre los momentos de la defoliación, significando esto que la defoliación efectuada desde los 14 hasta los 35 días después de la polinización no afectó el número de hileras de grano, variando los valores entre 13,151 y 13,676. Del mismo modo, comparando el efecto del porcentaje de defoliación, Tabla 17, se observa que 100% de la defoliación de las hojas inferiores promovió una mayor formación de hileras de granos.

Tabla 16

*Prueba de Duncan al 5% para número de hileras de granos por mazorca en momentos de la defoliación en el maíz.*

Momentos de la defoliación (días después de la polinización)	Hileras de granos
14	13,365 a
21	13,250 a
28	13,151 a
35	13,676 a

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

Tabla 17

*Prueba de Duncan al 5% para número de hileras de granos por mazorca en porcentaje de defoliación en el maíz.*

Porcentaje de defoliación	Hileras de granos
0%	13,116 b
100%	13,605 a

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

#### 4.6 Número de granos por hilera

Según el análisis de varianza para número de granos por hilera, Tabla 18, no se han presentado diferencias significativas entre los bloques, momentos y porcentaje de defoliación. Así también, no se ha presentado interacción entre momentos y porcentaje de defoliación. El número de granos por hilera promedio obtenido fue de 39,017 con coeficientes de variabilidad de 4,25% para parcela y de 4,72% para subparcela.

Al no presentarse interacción entre los momentos y el porcentaje de defoliación para número de granos por hilera, solo se realiza el análisis por cada factor. Así, comparando el número de grano por hilera obtenidos para momentos de la defoliación por la prueba de Duncan, Tabla 19, puede observarse que no existen diferencias significativas entre los momentos de la defoliación, significando esto que la defoliación efectuada desde los 14 hasta los 35 días no afectó el número de granos por hilera, variando los valores entre 38,535 y 39,579. Del mismo modo, comparando el efecto del porcentaje de defoliación, Tabla 20, se observa que no hubo diferencias significativas entre los porcentajes.

Tabla 18

*Análisis de varianza para número de granos por hilera en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz.*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F <sub>calc.</sub>	p-valor
Bloque	3	14,80	4,934333	1,79779 ns	0,21
Momentos (M)	3	5,47	1,823333	0,66432 ns	0,59
Error (a)	9	24,70	2,744667		
% Defoliación (De)	1	8,14	8,141000	2,39700 ns	0,14
M*De	3	9,50	3,167333	0,93257 ns	0,45
Error (b)	12	40,76	3,396333		
Total	31	103,37			
Promedio		39,017			
CV(a)		4,25%			
CV(b)		4,72%			

ns: diferencias no significativas

Tabla 19

*Prueba de Duncan al 5% para número de granos por hilera en momentos de la defoliación en el maíz.*

Momentos de la defoliación (días después de la polinización)	Granos por hilera
14	38,720 a
21	39,579 a
28	39,235 a
35	38,535 a

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

Tabla 20

*Prueba de Duncan al 5% para número de granos por hilera en porcentaje de defoliación en el maíz.*

Porcentaje de defoliación	Granos por hilera
0%	39,521 a
100%	38,513 a

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

#### 4.7 Peso de granos por mazorca (g)

Para peso de granos por mazorca, según el análisis de varianza, Tabla 21, no se ha presentado diferencias significativas entre los bloques y momentos, pero sí para porcentaje de defoliación. Así también, no se ha presentado interacción entre momentos y porcentaje de defoliación. El peso de granos por mazorca promedio obtenido fue de 148,456 g con coeficientes de variabilidad de 7,68% para parcela y de 5,96% para subparcela.

Tabla 21

*Análisis de varianza para peso de granos por mazorca en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz.*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Fcalc.	p-valor
Bloque	3	474,90	158,300000	1,21717 ns	0,35
Momentos (M)	3	145,00	48,333333	0,37164 ns	0,77
Error (a)	9	1170,50	130,055556		
% Defoliación (De)	1	544,30	544,300000	6,95221 *	0,021
M*De	3	180,40	60,133333	0,76807 ns	0,53
Error (b)	12	939,50	78,291667		
Total	31	3454,60			
Promedio	148,456 g				
CV(a)	7,68%				
CV(b)	5,96%				

ns: diferencias no significativas; \* : diferencias significativas al 5%

Al no presentarse interacción entre los momentos y el porcentaje de defoliación para peso de granos por mazorca solo se realiza el análisis por cada factor. Así, comparando el peso de granos por mazorca obtenidos para momentos de la defoliación por la prueba de Duncan, Tabla 22, se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre los momentos de la defoliación, significando esto que la defoliación efectuada desde los 14 hasta los 35 días no afectó el peso de granos por mazorca, variando los valores entre 144,884 y 150,354 g. Del mismo modo, comparando el efecto del porcentaje de defoliación, Tabla 23, se observa que con 0% de defoliación de las hojas inferiores se promovió una mayor formación de peso de granos.

Tabla 22

*Prueba de Duncan al 5% para peso de granos por mazorca en momentos de la defoliación en el maíz.*

Momentos de la defoliación (días después de la polinización)	Peso de granos por mazorca (g)
14	149,720 a
21	150,354 a
28	148,868 a
35	144,884 a

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

Tabla 23

*Prueba de Duncan al 5% para peso de granos por mazorca en porcentaje de defoliación en el maíz.*

Porcentaje de defoliación	Peso de granos por mazorca (g)
0%	152,581 a
100%	144,332 b

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

#### **4.8 Peso de coronta por mazorca (g)**

Según el análisis de varianza para peso de coronta por mazorca, Tabla 24, no se ha presentado diferencias significativas entre los bloques, momentos y porcentaje de defoliación. Así también, no se ha presentado interacción entre momentos y porcentaje de defoliación. El peso de coronta promedio obtenido fue de 39,669 con coeficientes de variabilidad de 0,60% para parcela y de 1,28% para subparcela.

Al no presentarse interacción entre los momentos y el porcentaje de defoliación para peso de coronta por mazorca, solo se realiza el análisis por cada factor. Así, comparando el peso de coronta por mazorca obtenidos para momentos de la defoliación por la prueba de Duncan, Tabla 25, puede observarse que no existen diferencias significativas entre los momentos de la defoliación, significando esto que la defoliación efectuada desde los 14 hasta los 35 días no afectó el peso de coronta por mazorca, variando los valores entre 39,543 y 39,793 g. Del mismo

modo, comparando el efecto del porcentaje de defoliación, Tabla 26, se observa que no hubo diferencias significativas entre los porcentajes.

Tabla 24

*Análisis de varianza para peso de coronta por mazorca en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz.*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F <sub>calc.</sub>	p-valor
Bloque	3	0,43	0,142533	2,55487 ns	0,12
Momentos (M)	3	0,25	0,083900	1,50388 ns	0,27
Error (a)	9	0,50	0,055789		
% Defoliación (De)	1	0,00	0,001800	0,00697 ns	0,93
M*De	3	0,24	0,079267	0,30684 ns	0,82
Error (b)	12	3,10	0,258333		
Total	31	4,52			
Promedio	39,669 g				
CV(a)	0,60%				
CV(b)	1,28%				

ns: diferencias no significativas

Tabla 25

*Prueba de Duncan al 5% para peso de coronta por mazorca en momentos de la defoliación en el maíz.*

Momentos de la defoliación (días después de la polinización)	Peso de coronta por mazorca (g)
14	39,661 a
21	39,793 a
28	39,543 a
35	39,681 a

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

Tabla 26

*Prueba de Duncan al 5% para peso de coronta por mazorca en porcentaje de defoliación en el maíz.*

Porcentaje de defoliación	Peso de coronta por mazorca (g)
0%	39,662 a
100%	39,677 a

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

#### 4.9 Peso total de mazorca (g)

Para peso total de mazorca, según el análisis de varianza, Tabla 27, no se ha presentado diferencias significativas entre los bloques y momentos, pero sí para porcentaje de defoliación. Así también, no se ha presentado interacción entre momentos y porcentaje de defoliación. El peso de mazorca promedio obtenido fue de 188,126 g con coeficientes de variabilidad de 6,08% para parcela y de 4,83% para subparcela.

Tabla 27

*Análisis de varianza para peso total de mazorca en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz.*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F <sub>calc.</sub>	p-valor
Bloque	3	472,50	157,500000	1,20556 ns	0,362
Momentos (M)	3	147,30	49,100000	0,37583 ns	0,772
Error (a)	9	1175,80	130,644444		
% Defoliación (De)	1	542,40	542,400000	6,57787 *	0,024
M*De	3	176,70	58,900000	0,71430 ns	0,562
Error (b)	12	989,50	82,458333		
Total	31	3504,20			
Promedio	188,126 g				
CV(a)	6,08%				
CV(b)	4,83%				

ns: diferencias no significativas; \* : diferencias significativas al 5%

Al no presentarse interacción entre los momentos y el porcentaje de defoliación para peso total de mazorca solo se realiza el análisis por cada factor. Así, comparando el peso de mazorca obtenidos para momentos de la defoliación por la prueba de Duncan, Tabla 28, se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre los momentos de la defoliación, significando esto que la defoliación efectuada desde los 14 hasta los 35 días no afectó el peso de la mazorca, variando los valores entre 184,565 y 190,146 g. Del mismo modo, comparando el efecto del porcentaje de defoliación, Tabla 23, se observa que con 0% de defoliación de las hojas inferiores se promovió una mayor formación de peso de mazorca alcanzando un valor de 192,243 g, superando significativamente al 100% de defoliación.

Tabla 28

*Prueba de Duncan al 5% para peso total de mazorca en momentos de la defoliación en el maíz.*

Momentos de la defoliación (días después de la polinización)	Peso total por mazorca
14	189,381 a
21	190,146 a
28	188,410 a
35	184,565 a

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

Tabla 29

*Prueba de Duncan al 5% para peso total de mazorca en porcentaje de defoliación en el maíz.*

Porcentaje de defoliación	Peso total por mazorca
0%	192,243 a
100%	184,009 b

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

#### **4.10 Peso de 100 granos (g)**

Según el análisis de varianza para peso de 100 granos, Tabla 30, no se ha presentado diferencias significativas entre los bloques, momentos y porcentaje de defoliación. Así también, no se ha presentado interacción entre momentos y porcentaje de defoliación. El peso de 100 granos promedio obtenido fue de 38,36 g con coeficientes de variabilidad de 7,19% para parcela y de 5,19% para subparcela.

Al no presentarse interacción entre los momentos y el porcentaje de defoliación para peso de coronta por mazorca, solo se realiza el análisis por cada factor. Así, comparando el peso de 100 granos obtenidos para momentos de la defoliación por la prueba de Duncan, Tabla 31, puede observarse que no existen diferencias significativas entre los momentos de la defoliación, significando esto que la defoliación efectuada desde los 14 hasta los 35 días no afectó el peso de 100 granos, variando los valores entre 37,583 y 39,025 g. Del mismo modo, comparando el efecto del porcentaje de defoliación, Tabla 32, se observa que no hubo diferencias significativas entre los porcentajes.

Tabla 30

*Análisis de varianza para peso de 100 granos en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz.*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Fcalc.	p-valor
Bloque	3	11,39	3,797667	0,49923 ns	0,692
Momentos (M)	3	8,58	2,861333	0,37614 ns	0,772
Error (a)	9	68,46	7,607111		
% Defoliación (De)	1	13,77	13,768000	3,47122 ns	0,087
M*De	3	15,93	5,308667	1,33843 ns	0,308
Error (b)	12	47,60	3,966333		
Total	31	165,73			
Promedio	38,36				
CV(a)	7,19%				
CV(b)	5,19%				

ns: diferencias no significativas

Tabla 31

*Prueba de Duncan al 5% para peso de 100 granos en momentos de la defoliación en el maíz.*

Momentos de la defoliación (días después de la polinización)	Peso de 100 granos
14	39,025 a
21	38,518 a
28	38,321 a
35	37,583 a

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

Tabla 32

*Prueba de Duncan al 5% para peso de 100 granos en porcentaje de defoliación en el maíz.*

Porcentaje de defoliación	Peso de 100 granos
0%	39,018 a
100%	37,706 a

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

#### 4.11 Rendimiento (t ha<sup>-1</sup>)

Según el análisis de varianza, Tabla 27, para la variable rendimiento no se ha presentado diferencias significativas entre los bloques y momentos, pero sí para porcentaje de defoliación. Así también, no se ha presentado interacción entre días y porcentaje de defoliación. El rendimiento promedio obtenido fue de 11,83 t ha<sup>-1</sup> con coeficientes de variabilidad de 7,67% para parcela y de 5,97% para subparcela.

Tabla 33

*Análisis de varianza para rendimiento en Evaluación de la defoliación inferior en el maíz.*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F <sub>calc.</sub>	p-valor
Bloque	3	3,02	1,007667	1,22405 ns	0,356
Momentos (M)	3	0,92	0,307967	0,37410 ns	0,773
Error (a)	9	7,41	0,823222		
% Defoliación (De)	1	3,47	3,465000	6,95120 *	0,021
M*De	3	1,14	0,380400	0,76313 ns	0,536
Error (b)	12	5,98	0,498475		
Total	31	21,94			
Promedio	11,83				
CV(a)	7,67%				
CV(b)	5,97%				

ns: diferencias no significativas; \* : diferencias significativas al 5%

Al no presentarse interacción entre los momentos y el porcentaje de defoliación para peso total de mazorca solo se realiza el análisis por cada factor. Así, comparando los rendimientos obtenidos para momentos de la defoliación por la prueba de Duncan, Tabla 34, se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre los momentos de la defoliación, significando esto que la defoliación efectuada desde los 14 hasta los 35 días no afectó el rendimiento, variando los valores entre 11,545 y 11,981 t ha<sup>-1</sup>. Del mismo modo, comparando el efecto del porcentaje de defoliación, Tabla 35, se observa que con 0% de defoliación de las hojas inferiores se promovió un mayor rendimiento alcanzando un valor de 12,159 t ha<sup>-1</sup>, superando significativamente al 100% de defoliación.

Tabla 34

*Prueba de Duncan al 5% para rendimiento en momentos de la defoliación en el maíz.*

Momentos de la defoliación (días después de la polinización)	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )
14	11,931 a
21	11,981 a
28	11,863 a
35	11,545 a

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

Tabla 35

*Prueba de Duncan al 5% para rendimiento en porcentaje de defoliación en el maíz.*

Porcentaje de defoliación	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )
0%	12,159 a
100%	11,501 b

Medias con una letra en común no son diferentes, según la prueba de Duncan al 5%

## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

En general se puede apreciar que la defoliación a partir de los 14 días después de la polinización (estado fenológico R1) no afecta el conjunto de las variables evaluadas, principalmente el peso de granos, de mazorca y rendimiento. Estos resultados coinciden con lo informado por Ramírez et al. (2019), quienes observaron que la eliminación de las hojas inferiores después de los 14 días no afectó el rendimiento de granos. Refieren, asimismo, dichos autores que las defoliaciones tempranas sí tienen un efecto detrimental en el rendimiento.

El hecho de no encontrar diferencias significativas en las variables de rendimiento se explica porque posiblemente la eliminación de las hojas inferiores, en el tiempo permiten mejorar la tasa fotosintética por unidad de área foliar en las hojas que van quedando (Tanaka y Yamaguchi, 1977). Asimismo, según Viecelli et al. (2011) es posible que las hojas inferiores presenten una baja eficiencia fotosintética en comparación a las hojas superiores y que las reservas contenidas en el tallo estén ayudando a cubrir la demanda de fotosintatos por parte de los granos.

Con respecto al porcentaje de defoliación, la no defoliación (0%) permitió obtener un mayor peso de granos, de mazorca y rendimiento, superando significativamente al defoliado (100%). Es lógico esperar mejores resultados en plantas que mantienen su superficie foliar, pues estos constituyen los principales productores de fotosintatos y lo van dirigiendo hacia los granos, principales sumideros de la planta de maíz (Taiz et al., 2017). Observando con detenimiento los resultados obtenidos, la diferencia con el defoliado en el rendimiento es de apenas de 658 kg, a pesar de haber sufrido la eliminación del 100% de las hojas inferiores; esto indica que la planta en la medida en que se va desarrollando va almacenando reservas en los tallos, que luego va a actuar como un equilibrador cuando exista deficiencia de fotosintatos, movilizándolos finalmente hacia los granos en desarrollo (Marchi, 2008).

## **CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

Finalizado la investigación, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- a) No se ha presentado interacción entre los momentos y porcentaje de defoliación para el conjunto de variables evaluadas.
- b) Los diferentes momentos de defoliación no han afectado las características de la planta, de mazorca y rendimiento en el cultivo de maíz.
- c) La defoliación en un 100% ha afectado el peso de los granos, de la mazorca y el rendimiento, por lo que su aplicación debe ser evaluado económicamente.

### **6.2. Recomendaciones**

Se sugieren las siguientes recomendaciones:

- a) Repetir el experimento en otras localidades y en otras estaciones del año.
- b) Evaluar densidades de siembra y defoliación
- c) Evaluar niveles de fertilización y defoliación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El Maíz en Cuba. *Cultivos tropicales*, 30(2). Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362009000200016](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362009000200016)
- Barros, J., y Calado, J. (2014). *A cultura do milho*. Recuperado de <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebenta-milho.pdf>
- Cobarrubias, A. (2000). Efecto de cuatro niveles de defoliación sobre el rendimiento de una línea pura de maíz. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/46743145.pdf>
- Delgado, R., Escalante, J. A., Díaz, R., Santos, A., Morales, E., y Sosa, E. (2014). Defoliación en maíz y su efecto sobre el rendimiento de frijol-maíz en asociación. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(6), 1015-1027. <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263131532009.pdf>
- Deras, H. (2014). Guía técnica del cultivo de maíz. *Recuperado de* <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>
- Fasae, O., Adu, F., Aina, A., Elemo, K. (2009). Los efectos del tiempo de defoliación en el rendimiento, calidad y almacenamiento de las hojas de maíz como forraje estacional para la producción de rumiantes. *Revista Brasileira de Ciencias Agrarias*, 4 (3), 353-357.
- Fundación Chile (2011). *Manual de recomendaciones: cultivo de maíz grano*. Recuperado de <https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/cultivo-maiz-de-grano.pdf?sfvrsn=0>
- Huamanchumo, C. (2013). *La cadena de valor de maíz en el Perú: Diagnóstico del estado actual, tendencias y perspectivas*. Recuperado de <https://repositorio.iica.int/handle/11324/2654>
- Lafitte, H. R. (1993). Identificación de problemas en la producción de maíz tropical. Guía de campo. Recuperado de <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/727/43157.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, L. (1991). *Cultivo de cereales*. Madrid, España: Mundiprensa.

- Marchi, S.L. (2008). *Interação entre desfolha e população de plantas na cultura do milho na região oeste do Paraná* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://tede.unioeste.br/handle/tede/1362>
- Ochoa, M., Urrutia, J., Gonzales, G., Rodríguez, M.L., y Díaz, M.O. (1996). Defoliación inferior de plantas de maíz (*Zea mays* L.) y su efecto en la producción de grano. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 34(3), 167-171.
- Oliveira, A., Nunes, T., Ferreira, L., Piletti, L., y Secretti, M. (2013). Efeito da desfolha da planta do milho nos componentes de produtividade. XII Seminario Nacional. Milho Safrinha. 26 a 28 de novembro de 2013-Dourados, MS.
- Ospina, J. (2015). *Manual técnico del cultivo de maíz bajo buenas prácticas agrícolas*. Medellín, Colombia: Gobernación de Antioquia.
- Peñaherrera, D. (2011). *Manejo integrado del cultivo de maíz de altura*. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3302/1/iniapscpm190.pdf>
- Pereira, M., Bonan, E., Garcia, A., Vasconcelos, R., Gíacomo, K., y Lima, M. (2012). Características morfoagronômicas do milho submetido a diferentes níveis de desfolha manual. *Rev. Ceres, Viçosa*, 59 (2), 200-205.
- Quiroz, I. (2019). *Efecto del despanoje y defoliación sobre el rendimiento de grano de la línea de alta endogamia de maíz amarillo duro Zea mays L. (Poaceae) CML 297* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/5692>
- Ramírez, J., Soto, A., Durán, C., y Luis, D. (2019). Moments and number of defoliated leaves and hybrid corn productivity. *Peruvian Agricultural Research*, 1(1), 17-21. <https://doi.org/10.51431/par.v1i1.478>
- Sangoi, L., Vieira, J., Schenatto, D., Giordani, W., Boniatti, C., Dall'igna, L., Souza, C., y Zanella, E. (2014). Tolerância à desfolha de genótipos de milho em diferentes estádios fenológicos. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 13(3), 300-311.
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I, y Murphy, A. (2017). *Fisiologia y desenvolvimiento vegetal*. Porto Alegre, Brasil: Artmed.
- Tanaka, A., y Yamaguchi, J. (1977). *Producción de materia seca, Componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz*. Chapingo, México: Hojas dispersas.

Takhtajan, A. (2009). *Flowering Plants*. Sant Petersburg, Rusia: Springer.

Viecelli, C., Fillwock, J., y Suzin, V. (2011). Efeito do desfolhamento das plantas na produtividade do milho. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, 4(3), 179-190. <https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/1440>

# ANEXOS

Tabla 36  
*Datos de campo*

Momentos de defoliación (días después de la polinización)	Porcentaje de defoliación (%)	Bloque	Altura de planta (m)	Altura de inserción de mazorca (m)
14	0%	1	1,29	0,51
14	0%	2	1,84	0,66
14	0%	3	1,41	0,55
14	0%	4	1,53	0,67
14	100%	1	1,47	0,58
14	100%	2	1,57	0,63
14	100%	3	1,58	0,64
14	100%	4	1,39	0,63
21	0%	1	1,34	0,49
21	0%	2	1,48	0,54
21	0%	3	1,52	0,67
21	0%	4	1,48	0,61
21	100%	1	1,58	0,76
21	100%	2	1,7	0,7
21	100%	3	1,2	0,48
21	100%	4	1,67	0,74
28	0%	1	1,54	0,67
28	0%	2	1,29	0,48
28	0%	3	1,64	0,73
28	0%	4	1,45	0,65
28	100%	1	1,24	0,48
28	100%	2	1,64	0,73
28	100%	3	1,45	0,57
28	100%	4	1,71	0,66
35	0%	1	1,55	0,78
35	0%	2	1,46	0,59
35	0%	3	1,54	0,67
35	0%	4	1,64	0,74
35	100%	1	1,89	0,77
35	100%	2	1,68	0,56
35	100%	3	1,63	0,61
35	100%	4	1,33	0,53

Tabla 37  
*Datos de campo*

Momentos de defoliación (días después de la polinización)	Porcentaje de defoliación (%)	Bloque	Longitud de mazorca (cm)	Ancho de mazorca (cm)	Número de hileras de granos	Número de granos por hilera
14	0%	1	14,59	4,59	13,28	37,121
14	0%	2	13,49	4,13	12,94	41,254
14	0%	3	16,1	5,21	13,17	39,429
14	0%	4	15,27	4,47	13,94	40,081
14	100%	1	14,36	4,98	13,87	38,212
14	100%	2	15,91	5,46	13,34	38,448
14	100%	3	15,23	4,16	12,84	35,424
14	100%	4	16,4	4,63	13,54	39,788
21	0%	1	13,38	4,27	12,87	40,955
21	0%	2	15,84	5,16	13,14	37,994
21	0%	3	13,54	4,28	12,79	41,454
21	0%	4	15,67	5,28	13,14	36,648
21	100%	1	11,71	4,07	13,57	39,449
21	100%	2	15,44	4,53	14,22	41,146
21	100%	3	12,62	3,86	13,12	38,714
21	100%	4	16,21	4,94	13,15	40,274
28	0%	1	15,67	5,21	13,05	40,949
28	0%	2	16,11	5,11	13,05	42,121
28	0%	3	15,89	4,91	13,14	38,871
28	0%	4	14,13	4,21	12,97	36,647
28	100%	1	14,34	5,12	13,16	37,648
28	100%	2	16,05	5,31	13,41	39,415
28	100%	3	15,84	5,06	13,77	38,145
28	100%	4	15,33	4	12,66	40,084
35	0%	1	15,49	4,42	12,83	39,147
35	0%	2	14,84	5,23	12,49	41,247
35	0%	3	15,83	5,29	13,49	37,848
35	0%	4	12,24	4,38	13,57	40,576
35	100%	1	15,87	4,5	15	34,819
35	100%	2	15,5	4,35	13,8	38,753
35	100%	3	16,14	4,78	13,11	36,444
35	100%	4	17,37	4,67	15,12	39,447

Tabla 38  
*Datos de campo*

Momentos de defoliación (días después de la polinización)	Porcentaje de defoliación (%)	Bloque	Peso de 100 granos (g)	Peso de granos por mazorca (g)	Peso de coronta por mazorca (g)	Peso de total de mazorca (g)	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )
14	0%	1	38,56	142,45	39,24	181,69	11,35
14	0%	2	41,64	168,71	39,73	208,44	13,44
14	0%	3	36,58	146,15	39,64	185,79	11,65
14	0%	4	37,94	148,91	40,34	189,25	11,87
14	100%	1	42	157,38	40,1	197,48	12,54
14	100%	2	41,4	156,58	39,49	196,07	12,48
14	100%	3	38,94	134,4	39,64	174,04	10,71
14	100%	4	35,14	143,18	39,11	182,29	11,41
21	0%	1	37,88	152,49	39,88	192,37	12,15
21	0%	2	40,67	152,84	39,68	192,52	12,18
21	0%	3	39,48	161,47	40,28	201,75	12,87
21	0%	4	41,59	149,55	39,62	189,17	11,92
21	100%	1	36,41	145,02	39,17	184,19	11,56
21	100%	2	35,28	142,05	40,13	182,18	11,32
21	100%	3	37,89	146,38	39,74	186,12	11,66
21	100%	4	38,94	153,03	39,84	192,87	12,19
28	0%	1	42,45	170,67	39,15	209,82	13,60
28	0%	2	34,89	145,34	39,24	184,58	11,58
28	0%	3	39,47	152,67	40,16	192,83	12,17
28	0%	4	37,81	138,23	39,11	177,34	11,02
28	100%	1	38,83	144,73	39,54	184,27	11,53
28	100%	2	39,88	155,3	40,15	195,45	12,38
28	100%	3	35,75	137,57	39,47	177,04	10,96
28	100%	4	37,49	146,43	39,52	185,95	11,67
35	0%	1	36,78	145,68	39,04	184,72	11,61
35	0%	2	41,25	167,12	39,71	206,83	13,32
35	0%	3	39,8	149,25	40,19	189,44	11,89
35	0%	4	37,49	149,76	39,58	189,34	11,93
35	100%	1	34,49	119,82	39,84	159,66	9,55
35	100%	2	39,48	151,32	39,44	190,76	12,06
35	100%	3	34,53	129,81	39,43	169,24	10,34
35	100%	4	36,84	146,31	40,22	186,53	11,66

