

E- 633.44
B677.
9.2.

EFECTO DE LA SUCCION TOTAL SOBRE LA PRODUCCION DE TRIGO
(Triticum vulgare L.) EN UN SUELO ANDOSOL DEL ALTIPLANO DE PASTO

Por

LUIS ALBERTO BONDURQUEZ NIÑO
IVAN ARDILEDA BURGOS

Tesis de grado presentada como requisito parcial
para optar el título de
INGENIERO AGRÓNOMO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECA

Presidente de tesis
LUCHO LEGARDA MURIANO I.A., N. 14.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PASTO - COLOMBIA
1977

"Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son de responsabilidad exclusiva de sus autores".

Artículo 10. del Acuerdo No. 324 de Octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO	
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS	
PASTO - COLOMBIA	
No. <u>20351</u>	Fi. <u>2</u>
Valor <u>900 =</u>	Vcl. _____
Fecha <u>XI-18-77</u>	Don. <u>X</u>
Fact. <u>Agromania</u>	Canje _____
Librería <u>Antes</u>	Cmp. _____

A HIS PADRES

A HIS BROTHERS

DEDICO :

LUIS ALBERTO RODRIGUEZ RICO

UNIVERSIDAD DE VALPARAISO

DEPARTAMENTO DE EDUCACION

A LA MEMORIA DE MI PADRE

A MI MADRE

A MI ESPOSA

A MIS HIJOS

A MIS FAMILIARES

A MIS AMIGOS

DECIDO :

IVAN ARRIOLERA BURGOS

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS

AGRADECIMIENTOS A :

LUCIO LEGARDA MURANO I.A., H. Sc.
MIGUEL VIVEROS SARANA I.A.
RODRIGO MEJIA LOPEA I. Agric. H. Sc.
EFREN CORAL QUINTERO I.A., H. Sc.
BENJAMIN SAJUDO SOTILO I.A.
ALBERTO CALDERON GARRASCAL
LICY AGUILERA RIASCOS

Facultad de Ciencias Agrícolas de la
Universidad de Nariño.

Todas las personas que en una u otra
forma colaboraron en el desarrollo del
presente trabajo.

CONTENIDO

	Fig.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 La succión total del agua del suelo	3
2.2 Influencia de la succión en el crecimiento de las plantas	5
2.3 El rendimiento máximo del trigo exige condiciones óptimas de humedad	8
2.4 Variedad de trigo "Tota"	9
III. MATERIALES Y METODOS	10
3.1 Generalidades	10
3.1.1 Suelo	10
3.1.2 Clima	10
3.1.3 Localización del experimento	10
3.2 Diseño experimental	11
3.3 Manejo del experimento	11
3.4 Cosecha	12
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	13
4.1 Altura de las plantas	13
4.2 Materia seca	14
4.3 Rendimiento	15
V. CONCLUSIONES	33
VI. RESUMEN	34
SUMMARY	35
VII. BIBLIOGRAFIA	36
APENDICE	40

ILUSTRACIONES

	Pág.
FIGURA 1. Aspecto de las plantas de trigo, correspondiente a los tratamientos extremos (15 y 0,3 bares de succión)	27
FIGURA 2. Forma de las espigas y las hojas del trigo, correspondientes a los tratamientos extremos (0,3 y 15 bares de succión) . .	28
FIGURA 3. Forma de las espigas del trigo, correspondiente a los tratamientos extremos (15 y 0,3 bares de succión).	29
FIGURA 4. Relación entre la succión total y la altura de las plantas, obtenida durante el experimento	30
FIGURA 5. Relación entre la succión total y la materia seca obtenida durante el experimento	31
FIGURA 6. Relación entre la succión total y el rendimiento obtenido durante el experimento . .	32

APENDICE

FIGURA 1. Curva de retención de humedad del suelo experimental	1
--	---

TABLAS

	Fig.
TABLA I. Altura de las plantas de trigo obtenida por cada tratamiento durante el experimento	18
TABLA II. Materia seca de las plantas de trigo, obtenida por cada tratamiento durante el experimento	19
TABLA III. Rendimiento de las plantas de trigo, obtenido por cada tratamiento durante el experimento	20
TABLA IV. Análisis de variancia de la altura de las plantas de trigo	21
TABLA V. Análisis de variancia de la materia seca de las plantas de trigo	22
TABLA VI. Análisis de variancia del rendimiento de las plantas de trigo	23
TABLA VII. Prueba de Tukey para la altura de los tratamientos estudiados	24
TABLA VIII. Prueba de Tukey para la materia seca de los tratamientos estudiados	25
TABLA IX. Prueba de Tukey para el rendimiento de los tratamientos estudiados	26

TABLAS APENDICE

Fig.

TABLA	I. Descripción general del suelo experimental	2
TABLA	II. Descripción del perfil del suelo experimental	3
TABLA	III. Características físico-químicas del suelo experimental	4
TABLA	IV. Valores de rendimiento, altura y materia seca, estimados por una regresión exponencial con relación a los valores obtenidos durante el experimento	5

**EPCOHO DE LA SUGCIÓN TOTAL SOBRE LA PRODUCCIÓN DE TRIGO
(Triticum vulgare L.) EN UN SUELO ARENOSO DEL ALTIPLANO DE PASTO (*)**

Por

**LUIS ALBERTO RODRIGUEZ NIÑO
IVAN ARRIOLA BURGOS**

1. INTRODUCCIÓN

El trigo (Triticum vulgare L.), constituye uno de los cultivos más importantes en las zonas frías del Departamento de Nariño, tanto por el área dedicada a su explotación como por ser un producto básico en la alimentación, al igual que el maíz y la papa.

Son varios los factores ecológicos que inciden sobre el rendimiento del trigo. Entre ellos, la disponibilidad de agua, contribuye decididamente a incrementar la producción, ya que puede convertirse en un elemento limitante, por escasez o por exceso. Con la realización de estudios envernaderos, sobre determinación de la succión total del agua en el suelo, que permita el crecimiento óptimo de las variedades de trigo, se logra un dato valioso con respecto al manejo del agua para este cultivo, ya que es

(*) Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de Lucio Legarda Burbano, I.A., M. Sc.

ocasa la información que existe sobre su respuesta a diferentes condiciones de nutrición.

Con este antecedente y considerando que la capacidad productiva de variedades de trigo, con características genéticas para altos rendimientos, frecuentemente, está limitada por una falta de equilibrio entre el suelo y la humedad disponible a las plantas, se realizó el presente estudio con el criterio de adquirir un conocimiento adecuado de esta interacción.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 La succión total del agua del suelo

La propiedad del suelo de atraer y retener el agua en estado líquido, de hincharse y en general de hidratarse es el resultado de la acción compuesta y compleja de una serie de fenómenos tales como la presión capilar, la presión osmótica y la presión originada por la adsorción. En consecuencia, la retención del agua por el suelo es igual a la sumatoria de la presión capilar, la presión osmótica y la adsorción (25).

La disponibilidad de agua dentro de los límites de humedad aprovechable, ha sido motivo de controversias con la evolución del conocimiento en el campo de la Física de Suelos. Algunas evidencias a este respecto indican, que el crecimiento de la planta disminuye a medida que la humedad del suelo se reduce, desde la capacidad de campo hasta el porcentaje de marchitamiento permanente. También se sabe que este último concepto no está determinado únicamente por las características del suelo, sino principalmente por las características osmóticas de las plantas, las cuales absorben agua fuera del porcentaje del marchitamiento permanente y la capacidad de campo (27).

La tensión de la humedad del suelo a la capacidad de campo está en un rango de 0,1 a 0,4 bares. Los valores de la tensión de la humedad del suelo con respecto al punto de marchitamiento cambian marcadamente, pero varían un poco cuando están cerca de los 15 bares (19, 21).

Wadleigh y Ayres (28), proporcionan una base dinámica para comprender los efectos osmóticos sobre el crecimiento de las plantas, para lo cual proponen el concepto de tensión total de la humedad del suelo, que se expresa de la siguiente manera :

$$S = T + P$$

Donde :

S = Succión total de la humedad del suelo en bares

T = Tensión de la humedad del suelo en bares

P = Presión osmótica de la solución del suelo en bares

Obviamente :

$$T = f(H) \quad \text{y} \quad P = f(H)$$

H = Porcentaje de humedad del suelo

Los términos sobre succión matriz y succión del suelo, son propuestos por Richards y Ogata (19), como también por Taylor (24). La succión matriz es originada por la fase sólida del suelo, mientras que la segunda por las sustancias solubles en el agua del suelo.

La succión matricial del agua del suelo o simplemente succión, se manifiesta como la porción del potencial matricial del agua que puede atribuirse a la atracción del agua por el suelo o por la matriz de la planta, influyendo sobre la absorción del agua, así como en la modificación de los procesos biológicos (21).

La succión de la solución es causada por la presión de los electrolitos libres que se encuentran en el suelo y la succión matriz es causada por el conjunto de la presión capilar y la adhesión (7).

La Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (11), define la succión del agua del suelo como "la presión negativa que registra un manómetro

nómetro en comparación con la presión externa del gas, que tiene que aplicarse a una solución de composición idéntica a la del agua del suelo, para que la solución esté en equilibrio de flujo con el agua del suelo, por medio de un contacto mutuo a través de una pared permeable que permita solamente el flujo del agua del suelo".

La succión osmótica es menor cuando la concentración de la sal en la solución del suelo también es baja, y por lo tanto, la succión es igual a la succión matricial (7, 9, 10).

Recientemente se ha adoptado como unidad de trabajo para efectos de succión; el bar, que es una unidad similar a la atmósfera. Esta unidad de medida de la succión es de utilidad para expresar en forma consistente altas o bajas retenciones de agua por el suelo (11, 15, 19, 20).

2.2 Influencia de la succión en el crecimiento de las plantas

La succión total del agua del suelo, influye en la absorción del agua por las plantas y lógicamente en el aprovechamiento de los nutrientes en la solución. Así mismo modifica los procesos biológicos del suelo, de los que depende en alto grado la asimilación de los nutrientes por la planta (14).

Las raíces de las plantas únicamente pueden extraer agua del suelo si son capaces de aplicar una succión para desplazar el líquido de los poros. A medida que el suelo se seca, el coeficiente de succión necesario para extraer agua aumenta, y disminuye la velocidad de movimiento del agua en una longitud dada de la raíz (22).

Las plantas que se desarrollan en suelo de bajo contenido de sal, en condiciones de sequía, pueden secar el sustrato en su zona radicular considerablemente por debajo de la capacidad de campo antes de que empie-

cen a sufrir por falta de agua (22). La cantidad de agua disponible para las plantas disminuye con el aumento de la concentración de sales en el suelo (7, 18).

El uso de promedios adecuados de succión para obtener rendimientos máximos de un cultivo, son de suma importancia para la programación de la frecuencia de riego (17).

La succión del agua puede afectar el desarrollo de las plantas en su sistema radical, en tres formas diferentes :

- a. En la dirección del crecimiento
- b. En la extensión lateral y de las ramificaciones y en la profundidad
- c. En el crecimiento del sistema radical

La experiencia demuestra que el crecimiento y desarrollo del sistema radical, es controlado por la tensión del agua (succión y ósmosis). El crecimiento disminuye con el aumento de la tensión del agua, la cual sin embargo influye más en el desarrollo aéreo de la planta que en el del sistema radical. La succión del agua del suelo, influye en la elongación y el crecimiento del tallo, principalmente cuando la humedad relativa es baja (17).

Se ha relacionado las funciones de reproducción de las plantas con la succión del suelo y se ha encontrado que al aumentar ésta disminuye la polinización (21). El tamaño y forma de los frutos también son afectados por la succión del suelo. A mayor succión, el porcentaje de los frutos pequeños es mayor (6, 27).

La succión del agua influye en gran proporción en la porosidad de aireación y en el ritmo de difusión del oxígeno. Cuando no hay succión, o sea que las raíces están en contacto con el agua, cambia la dirección del crecimiento, la cual puede tornarse contraria a la superficie del agua debido al exceso del líquido. La succión del agua también influye en la elongación de las raíces, ya que dicho fenómeno, como la succión osmótica de la solución del suelo son aditivas en relación con el crecimiento de las raíces (7).

Las plantas extraen agua del suelo contra la succión por diferentes grados de facilidad. La caña de azúcar extrae agua de un suelo franco, con la succión mayor de 2 bares a 30 cm de profundidad; la alfalfa, cuando la succión total es mayor de 5,7 bares; la papa a 0,33 bares. Para la lechuga se ha encontrado una succión máxima de 1 bar en suelo franco arenoso, a 12,5 cm de profundidad; para brocoli a 22,5 cm de profundidad en un suelo franco arenoso a una succión de 1 bar, y para repollo a 22,5 cm de profundidad, en un suelo franco arenoso, una succión de 1 bar (7, 8).

Son muy bien conocidas las funciones del agua en la planta, entre ellas están: transporte de los nutrimentos, participante directa de las reacciones que se efectúan dentro de la planta, catalizador, agente reactante, conformador de los tejidos, etc., de tal manera que constituye de 75 a 95% del peso fresco de la planta, exceptuando algunas partes de ella como las semillas maduras. Generalmente el agua de los tejidos de la planta es proporcionada por la unidad suelo que en un punto y momento dado, la retiene con una fuerza determinada. A medida que el agua disminuye en el suelo, la planta tiene que hacer un mayor esfuerzo para absorberla; este esfuerzo afecta el crecimiento, lo cual es diferente para cada especie (12, 13, 23).

2.3 El rendimiento máximo del trigo exige condiciones óptimas de humedad sobre la cantidad de agua que el cultivo puede portar.

Estudios sobre la relación entre rendimiento y la succión de la humedad del suelo han definido un criterio aproximado de condiciones óptimas de esfuerzo de la humedad del suelo para la producción de trigo (4).

Chaves y Laird (4), trabajando con un suelo arcilloso pesado y de mala estructura, que contenía gran cantidad de sales solubles a profundidad mayor de 60 cm, encontraron que el porcentaje de humedad aprovechable al momento de regar para el cultivo de trigo debería ser mayor de 30% para obtener rendimientos máximos, correspondiendo a una succión de 6,3 bares.

Hernández, citado por Chaves y Laird (4), encontró en un suelo similar que los rendimientos máximos de grano se obtuvieron cuando el porcentaje de humedad aprovechable al momento de regar era mayor de 15% (equivalente a una succión de 10,5 bares).

Núñez, mencionado por Chaves y Laird (4), llegó a la conclusión de que las condiciones óptimas de humedad del suelo se aproximaban a 8 bares durante el período comprendido desde la germinación hasta que el trigo comenzaba a espigar; 5 bares durante el siguiente mes y 15 bares para el resto del ciclo.

El trigo puede también ser afectado adversamente por un exceso de humedad del suelo si los intervalos de riego son demasiado cortos (4). Efectos perjudiciales debidos a un exceso de humedad en el suelo, ocurren más comúnmente con el primer y segundo riego después de la germinación, debido a que las plantas pequeñas consumen poca agua (4).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Generalidades

3.1.1 Suelo

Para la realización del presente trabajo, se utilizó un suelo derivado de cenizas volcánicas, con un horizonte A de 50 cm de profundidad, localizado en el kilómetro 15 de la carretera que conduce de Pasto a Ipiales, cuya situación corresponde a una altura de 3.120 m.s.n.m. una latitud norte de $1^{\circ} 8' 13''$ y una longitud oeste de $77^{\circ} 21' 26''$.

El suelo objeto de estudio es de color oscuro en el horizonte A debido al alto contenido de materia orgánica; textura fina; consistencia friable; estructura subangular, media y débil. Cuenta con baja saturación de bases intercambiables; bajo contenido de fósforo y alto contenido de nitrógeno total. Este suelo, está clasificado como Inceptisol, Typic Dystrandept (16). La descripción del perfil aparece en el Apéndice.

3.1.2 Clima

De acuerdo con Espinal y Montenegro (5), el clima corresponde al piso térmico frío. La temperatura promedio, la precipitación total anual y la humedad relativa anual promedio son de 13°C , 860 mm y 75% respectivamente. De acuerdo a los datos anotados, la formación vegetal propuesta por Holdridge y aceptada por los autores anteriormente citados, se ubica en el Bosque Seco Montano Bajo y Bosque Húmedo Montano Bajo.

3.1.3 Localización del experimento

El presente ensayo se llevó a cabo en un invernadero acondicionado para tal objeto, en el Municipio de Pasto, Departamento de Nari-

ño, a una altura de 2.590 m.s.n.m.

3.2 Diseño experimental

El ensayo se realizó de acuerdo a un diseño irrestrictamente al azar con cuatro replicaciones, para nueve tratamientos, correspondientes a niveles diferentes de succión. Los niveles de succión fueron : 0,3; 0,6; 0,9; 1,2; 1,5; 2,0; 3,0; 10 y 15 bares. Las maceteras distribuidas al azar dentro del invernadero fueron rotadas frecuentemente para reducir el error por cualquier factor.

3.3 Manejo del experimento

Para llevar a cabo la investigación, se utilizaron 36 maceteras de barro cocido previamente pesadas, con capacidad aproximada de 4,5 Kg, las cuales se recubrieron con pintura asfáltica para evitar la filtración y posibles alteraciones de la arcilla del recipiente. En cada una de las maceteras, se colocaron 4 Kg del suelo seco al aire y se sembraron 15 semillas de trigo variedad Tota, de buena adaptación en la región. Al iniciarse la germinación se dejaron 10 plántulas por macetera.

Se determinaron 9 niveles de succión que se controlaron diariamente respecto a su humedad, mediante pesadas, usando una balanza con divisiones de 25 g. Se regó cuando el peso de cada macetera descendía, hasta llegar al peso correspondiente a su tratamiento; así se mantuvieron constantes para las respectivas succiones.

La estimación de la humedad del suelo contenida en las maceteras para las 9 succiones estudiadas, se calculó a través de la curva de retención de humedad elaborada por el método propuesto por Arias y Legarda (1), estableciendo un valor constante al cual debía permanecer determinada macetera para su correspondiente succión.

3.4 Cosecha

Cada una de las 10 plantas sembradas por macetera fue medida para determinar un promedio final de altura. La cosecha se realizó a los 145 días después de la siembra, determinándose por cada macetera el peso de granos, materia seca, así como la altura de las plantas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Altura de las plantas

En la Tabla I, se presentan los resultados obtenidos para la altura de las plantas de trigo, variedad Tota, de acuerdo a diferentes niveles de succión. Se observa que a medida que aquella disminuye, la altura de las plantas aumenta, obteniéndose alturas máximas promedias de 63 cm a succiones de 0,3 a 0,6 bares, hasta llegar a determinar un valor mínimo, en promedio de 43,50 cm a una succión de 15 bares.

En el análisis de variancia, se observan diferencias altamente significativas entre los niveles de succión (Tabla IV). Al comparar los promedios de altura, de acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Tukey, se obtienen los siguientes resultados: con los tratamientos correspondientes a 0,3 y 0,6 bares, las mayores alturas de las plantas de trigo, ya que permitieron diferencias altamente significativas, respecto a las obtenidas con 15, 10, 5 y 2 bares y, significativas, con relación a 0,9; 1,2 y 1,5 bares (Tabla VII).

El anterior análisis, indica que las plantas de trigo extraen el agua del suelo contra la succión total, con diferentes grados de facilidad, es decir que las plantas tienen su propia capacidad para extraer el agua del suelo e igualmente el suelo tiene su propia capacidad para proporcionar agua a varios niveles de succión.

A medida que se incrementa la tensión del suelo, disminuye la altura (1,5 y 2 bares), hasta llegar a obtener plantas menores de 46 cm, con 5, 10 y 15 bares; succiones a las cuales las plantas respondieron igualmente. Por lo anterior, se indica que hasta un nivel de humedad de 1,2 bares no hay influencia en la disminución de altura, ya que al parecer hasta ese nivel las plantas producen un sistema radical normal. Sin embargo, cuando la tensión de la humedad del suelo es superior a 1,2 bares, las raíces de-

ben realizar mayor esfuerzo, lo cual posiblemente hace que el sistema radical tenga un mayor desarrollo vertical, trayendo como consecuencia la formación de gran cantidad de tejidos radicales. No obstante lo anterior, las raíces están menos influenciadas en su desarrollo que la parte aérea de la planta.

4.2 Materia seca

En la Tabla II, se determinan los diferentes pesos de materia seca por materia, de acuerdo con los niveles de succión. Según la prueba de Tukey (Tabla II), se obtuvieron resultados similares a los observados para la altura de las plantas, con la diferencia de que a una succión de 1,5 bares, se encontró iguales pesos que con 0,9; 0,6 y 1,2 bares. Igualmente se determinó que entre tensiones de 2, 3, 10 y 15 bares no hubo diferencias significativas para el peso de materia seca.

Parece ser que la succión juega un papel importante en la parte aérea de la planta, a pesar de que hay diferentes alturas; hasta 1,5 bares tanto hojas como espigas tienen dimensiones similares, lo cual influye en que los incrementos de peso seco no sean tan notorios.

A succiones mayores de 2 bares, la planta ha sufrido desde temprana edad, los efectos de la escasez de agua. En otras palabras, como la planta absorbe más agua del suelo a medida que aumenta su crecimiento y por consiguiente su edad, en las primeras fases, la demanda de agua es poca, incrementándose a medida que avanza el desarrollo radical y la parte aérea de la planta. Entonces, a 1,5 bares ha tenido suficiente humedad hasta pasar una etapa crítica para el desarrollo, lo cual no sucedió con niveles de succión de 2 bares en adelante.

4.3 Rendimiento

En la Tabla III, se observan los resultados de rendimiento. En la Tabla VI, aparece el análisis de variancia, encontrándose resultados altamente significativos entre los diferentes niveles de succión. De acuerdo con la prueba de Tukey, a una tensión de 0,3 bares se obtuvo los mayores rendimientos, los cuales no mostraron diferencias al nivel del 1% con respecto a los determinados con la succión de 0,6 bares. Para los rendimientos obtenidos con 0,9; 1,2; 1,5; 2,0; 3; 10 y 15 bares, las respuestas fueron similares, es decir, no significativas.

Lo anterior indica que a medida que aumenta el esfuerzo ejercido por las raíces, disminuye la producción y, es probable que los efectos de falta de agua sean más marcados en la época de formación y llenado de los granos, que en los pasos iniciales de la germinación, tales como la división celular, la elongación celular, los cuales no son muy afectados por la succión del agua.

Según Richards y Wadleigh (20), la succión del suelo influye en la absorción de agua por la planta, en el aprovechamiento de nutrimentos en la solución, y modifica los procesos biológicos del suelo. Estos conceptos adquieren importancia al observar las Figuras 4, 5 y 6, en las que los valores obtenidos durante el experimento, se reparten en orientación a la curva logarítmica para los tres casos estudiados, obteniéndose porcentajes de determinación de 91,45; 89,24 y 91,02%, respectivamente, para la altura, materia seca y peso de granos.

Los resultados obtenidos en el experimento indican que el rendimiento por tratamiento, es un efecto de las succiones máximas. Este hecho reafirma la teoría de que la succión del agua del suelo, como factor de crecimiento, influye en la producción de las plantas (7, 17, 20, 28).

Russell y Russell (22) a través de sus investigaciones han demostrado que las raíces de las plantas, tienen que aplicar cierta fuerza para extraer y así absorber el agua del complejo agua-suelo. Según este concepto parece ser que las raíces de trigo tuvieron que aplicar diversos grados de fuerza, desde 0,3 hasta 15 bares. En el tratamiento de succión de 0,3 bares se observó a través del crecimiento de la planta, un mayor desarrollo de la parte aérea, una floración más abundante, y se obtuvo mayor producción tanto del rendimiento como de materia seca, presentándose todo lo contrario a una succión de 15 bares, tal como puede apreciarse en las Figuras 1, 2 y 3.

Según los resultados obtenidos, se puede observar, que el rendimiento y la materia seca, disminuyen en forma relativamente rápida con el descenso de la succión, desde 15 bares hasta 0,3 bares. La tasa de disminución de la producción entre estas succiones extremas es de 7 g por bar de diferencia. Valores superiores a 0,3 y 0,6 bares de succión afectaron negativamente la producción del trigo, notándose una disminución más suave de 4 g en promedio por bar de cambio, a medida que la succión crece hasta llegar a 10 bares de tensión.

En los tratamientos con succiones altas, desde 2,0 a 15 bares, el suelo que tiene poca humedad, retiene tenazmente el agua que le queda por las fuerzas de adhesión, ya que las plantas deben efectuar un consumo extraordinario de energía para obtener el agua que necesitan. Esto demuestra que el agua del suelo no es igualmente aprovechable entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento, y concuerda con las ideas expuestas por Richards y Wadleigh (20), Vanda *et al.* (26), sin embargo, está en contraposición con los principios de Veihmeyer y Hendrickson (27).

En los tratamientos más húmedos (0,3; 0,6 y 0,9 bares) la mayor parte de la humedad necesaria para la planta parece ser obtenida en los primeros centímetros de la profundidad del suelo, debido tal vez a la mayor actividad radical del trigo; por el contrario, en los tratamientos de succiones altas (2, 5, 10 y 15 bares), parece que el consumo de agua se

hace cada vez a mayor profundidad, principalmente al producirse más desarrollo de la planta y por consiguiente del espacio radical. Así como las películas de agua del suelo disminuyen en su grosor, la fuerza de retención del agua por los sólidos del suelo aumenta y, por lo tanto, las plantas de trigo tienen que ejercer una fuerza cada vez mayor para absorber agua del suelo.

En los tratamientos con succiones altas, se presentó un retraso en la germinación, probablemente debido a la tasa limitada de conducción de agua para el embrión, dando como consecuencia menor producción. Según Peters y Runkles (17) y Veihmeyer y Hendrickson (27), al respecto anotan que la presión de agua y la succión total afectan fuertemente el porcentaje y la tasa de emergencia de las plantas, y la germinación es fuertemente limitada por la naturaleza de las fuerzas de retención de agua por las partículas del suelo.

La planta absorbe más agua del suelo a medida que aumenta su crecimiento y por consiguiente su edad. Así en las primeras fases de crecimiento, la demanda de agua es poca, aumentando a medida que avanza el desarrollo radical y la parte aérea de la planta; por esta razón, la succión correspondiente a cada tratamiento sufre gradualmente pequeños incrementos semana tras semana.

En los tratamientos correspondientes a succiones altas, la tasa de germinación se vio fuertemente afectada, es decir que la viabilidad se disminuyó, lo cual posiblemente se debe a la deficiencia de agua en el embrión de la planta.

TABLA I

ALTURA DE LAS PLANTAS DE TRIGO OBTENIDA POR CADA TRATAMIENTO
DURANTE EL EXPERIMENTO

Tratamiento Succión (bares)	Repeticiones (cm)				Total Tratamiento (cm)	Promedio Tratamiento (cm)
	1	2	3	4		
	65	62	58	67	252	63,00
0,3	66	66	60	62	254	63,50
0,6	57	62	62	66	247	61,75
0,9	65	60	65	59	249	62,25
1,2	58	54	57	50	219	54,75
1,5	50	51	58	50	209	52,25
2,0	43	53	47	43	186	46,50
3,0	43	44	44	44	175	43,75
10,0	44	45	44	41	174	43,50
15,0						

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS

TABLA II

MATERIA SECA DE LAS PLANTAS DE TRIGO OBTENIDA POR CADA TRATAMIENTO
DURANTE EL EXPERIMENTO

Tratamiento Succión (bares)	Repeticiones (g)				Total Tratamiento (g)	Promedio Tratamiento (g)
	1	2	3	4		
0,3	6,87	9,05	7,11	10,63	33,66	8,41
0,6	6,80	6,43	5,91	5,30	26,44	6,61
0,9	7,01	4,58	6,16	6,68	24,43	6,10
1,2	8,18	4,26	7,40	7,40	27,34	6,83
1,5	7,94	5,43	5,82	3,52	22,71	5,67
2,0	7,94	5,43	5,82	3,52	22,71	5,67
2,5	7,94	5,43	5,82	3,52	22,71	5,67
3,0	7,94	5,43	5,82	3,52	22,71	5,67
4,0	7,94	5,43	5,82	3,52	22,71	5,67
5,0	7,94	5,43	5,82	3,52	22,71	5,67
6,0	7,94	5,43	5,82	3,52	22,71	5,67
7,0	7,94	5,43	5,82	3,52	22,71	5,67
8,0	7,94	5,43	5,82	3,52	22,71	5,67
9,0	7,94	5,43	5,82	3,52	22,71	5,67
10,0	7,94	5,43	5,82	3,52	22,71	5,67
11,0	7,94	5,43	5,82	3,52	22,71	5,67
12,0	7,94	5,43	5,82	3,52	22,71	5,67
13,0	7,94	5,43	5,82	3,52	22,71	5,67
14,0	7,94	5,43	5,82	3,52	22,71	5,67
15,0	7,94	5,43	5,82	3,52	22,71	5,67

TABLA III

RENDIMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRIGO OBTENIDO POR CADA TRATAMIENTO
DURANTE EL EXPERIMENTO

Tratamiento Succión (bares)	Repeticiones (g)				Total Tratamiento (g)	Promedio Tratamiento (g)
	1	2	3	4		
0,3	10,03	11,50	7,50	11,86	40,89	10,22
0,6	11,73	8,41	5,20	8,69	34,03	8,50
0,9	7,85	3,94	5,43	7,39	24,61	6,15
1,2	6,20	4,00	7,02	6,41	23,63	5,90
1,5	6,40	3,42	6,78	4,87	21,47	5,36
2,0	5,26	6,46	5,11	4,15	20,98	5,24
3,0	2,13	5,58	5,62	5,20	18,53	4,63
10,0	3,60	5,77	2,81	4,91	17,29	4,32
15,0	2,85	2,76	4,19	3,06	12,86	3,21

TABLA IV

ANÁLISIS DE VARIANCIAS DE LA ALTURA DE LAS PLANTAS DE TRIGO

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Pc.	Ft	
					5%	1%
Tratamientos	8	2.286,00	285,75	25,33**	2,40	3,25
Error	27	304,75	11,28			
Total	35	2.590,75				

** : Significativo al nivel del 1%

TABLA V

ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LA MATERIA SECA DE LAS PLANTAS DE TRICO

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F ₀ .	F ₂ .	
					5%	1%
Tratamientos	8	136,86	19,60	11,60**	2,30	3,25
Error	27	44,84	1,66			
Total	35	201,70				

** : Significativo al nivel del 1%.

TABLA VI

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRIGO

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fe.	Ft.	
					5%	1%
Tratamientos	9	150,14	16,76	6,97**	2,30	3,25
Error	27	72,73	2,69			
Total	35	222,87				

** : significativo al nivel del 1%

TABLA VII

PRUEBA DE TURKEY DE LA ALTURA PARA LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS

Succión (bares)	Altura (cm)	0,6	0,3	1,2	Succión (bares) 0,9	1,5	2,0	3,0	10,0
		63,50	63,00	62,25	Altura (cm) 61,75	54,75	52,25	46,50	43,75
15,0	43,50	20,00 ^{NS}	19,50 ^{NS}	16,75 ^{NS}	16,25 ^{NS}	11,25 ^{NS}	8,75 ^{NS}	3,00 ^{NS}	0,25 ^{NS}
10,0	43,75	19,75 ^{NS}	19,25 ^{NS}	16,50 ^{NS}	16,00 ^{NS}	11,00 ^{NS}	8,50 ^{NS}	2,75 ^{NS}	--
5,0	46,50	17,00 ^{NS}	16,50 ^{NS}	15,75 ^{NS}	12,25 ^{NS}	8,25 ^{NS}	5,75 ^{NS}	--	--
2,0	52,25	11,25 ^{NS}	10,75 ^{NS}	10,00 ^{NS}	9,50 ^{NS}	2,50 ^{NS}	--	--	--
1,5	54,75	8,75 ^{NS}	8,25 ^{NS}	7,50 ^{NS}	7,00 ^{NS}	--	--	--	--
0,9	61,75	1,75 ^{NS}	1,25 ^{NS}	0,50 ^{NS}	--	--	--	--	--
1,2	62,25	1,25 ^{NS}	0,75 ^{NS}	--	--	--	--	--	--
0,3	63,00	0,50 ^{NS}	--	--	--	--	--	--	--

TABLA VIII

PRUEBA DE TUEY DE LA MATERIA SECA PARA LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS

Succión (bares)	Materia seca (g)	Succión (bares)									
		0,3	1,2	0,6	0,9	1,5	2,0	5,0	10,0	15,0	
Materia seca (g)											
		8,41	6,83	6,61	6,10	5,67	3,26	2,92	2,59	2,36	
15,0	2,36	6,03**	4,43**	4,23**	3,72**	3,29*	0,88 NS	0,34 NS	0,21 NS	--	
10,0	2,59	5,82**	4,24**	4,02**	3,51*	3,08*	0,67 NS	0,33 NS	--		
5,0	2,92	5,49**	3,91**	3,69*	3,18*	2,75 NS	0,34 NS	--			
2,0	3,26	5,15**	3,57*	3,35*	2,84 NS	2,41 NS	--				
1,5	5,67	2,74 NS	1,16 NS	0,94 NS	0,43 NS	--					
0,9	6,10	2,31 NS	0,73 NS	0,51 NS	--						
0,6	6,61	1,80 NS	0,22 NS	--							
1,2	6,83	1,58 NS	--								
0,3	8,41	--									

TABLA IX

PRUEBA DE TUBEY DEL RENDIMIENTO PARA LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS

Succión (bares)	Rendimiento to (g)	Succión (bares)									
		0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	2,0	3,0	4,32	10,0	15,0
		Rendimiento (g)									
15,0	3,21	10,22	8,50	6,15	5,90	5,36	5,24	4,63	4,32	3,21	
10,0	4,32	7,01 ^{rr}	5,29 ^{rr}	2,96 ^{NS}	2,69 ^{NS}	2,15 ^{NS}	2,03 ^{NS}	1,42 ^{NS}	1,11	--	
5,0	4,63	5,90 ^{rr}	4,16 ^r	1,83 ^{NS}	1,58 ^{NS}	1,04 ^{NS}	0,92 ^{NS}	0,31 ^{NS}	--		
2,0	5,24	5,59 ^{rr}	3,87 ^{NS}	1,32 ^{NS}	1,27 ^{NS}	0,73 ^{NS}	0,61 ^{NS}	--			
1,5	5,36	4,98 ^{rr}	3,26 ^{NS}	0,91 ^{NS}	0,66 ^{NS}	0,12 ^{NS}	--				
1,2	5,90	4,86 ^{rr}	3,14 ^{NS}	0,79 ^{NS}	0,54 ^{NS}	--					
0,9	6,15	4,32 ^r	2,60 ^{NS}	0,25 ^{NS}	--						
0,6	8,50	4,07 ^r	2,35 ^{NS}	--							
0,3	10,22	1,72 ^{NS}	--								



Figura 1. Aspecto de las plantas de trigo, correspondiente a los tratamientos extremos (15 y 0,3 bares de succión)

Foto : H. Patiño R.



Figura 2. Forma de las espigas y las hojas del trigo, en
correspondientes a los tratamientos extremos
(0,3 y 15 bares de succión).

Foto : H. Patiño R.



Figura 3. Forma de las espigas de trigo, correspondiente a los tratamientos extremos (15 y 0,3 bares de succión).

Foto : H. Patiño R.

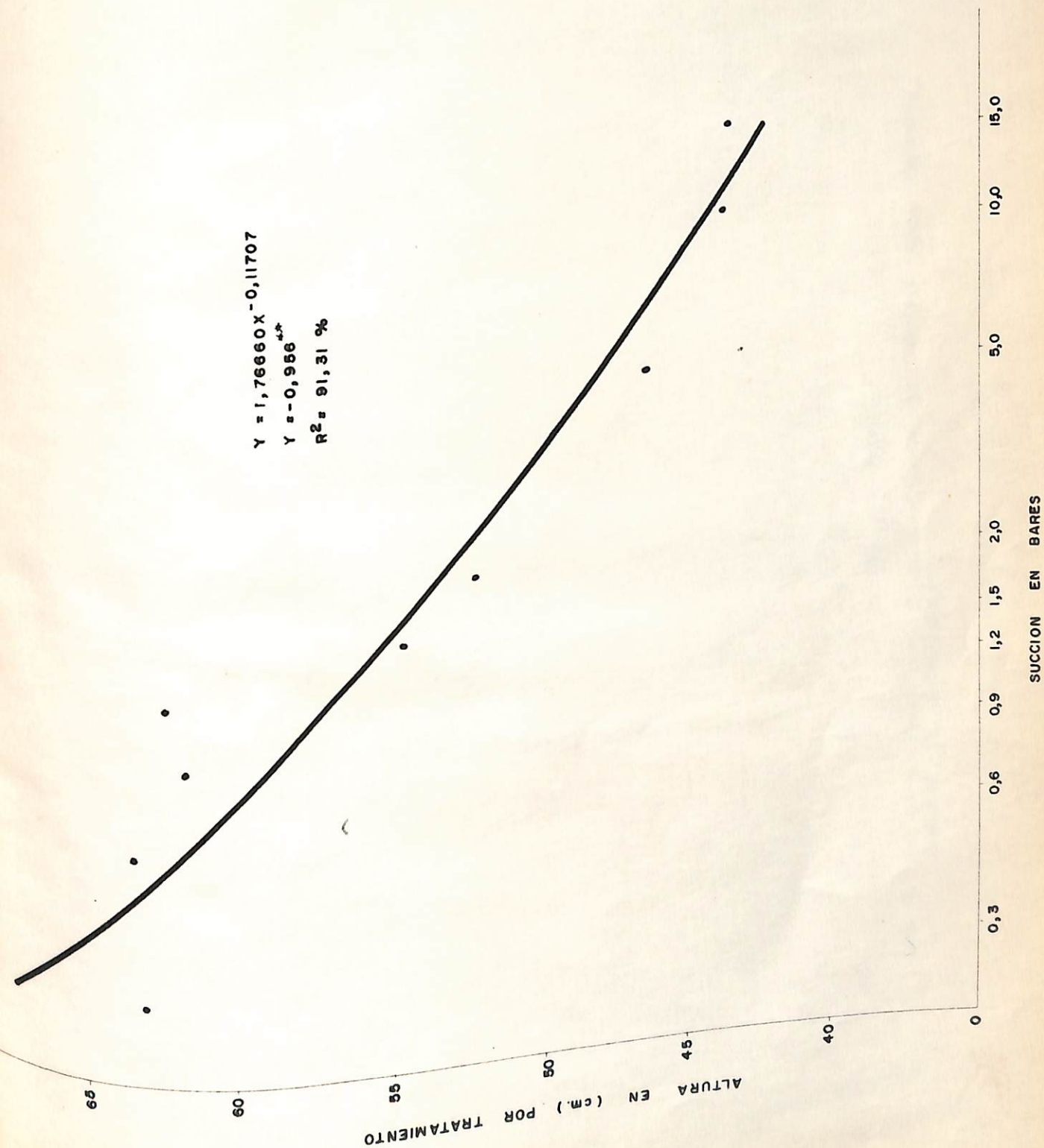


Fig. 4 RELACION ENTRE LA SUCCION TOTAL Y LA ALTURA DEL CULTIVO DEL TRIGO OBTENIDA DURANTE EL EXPERIMENTO.

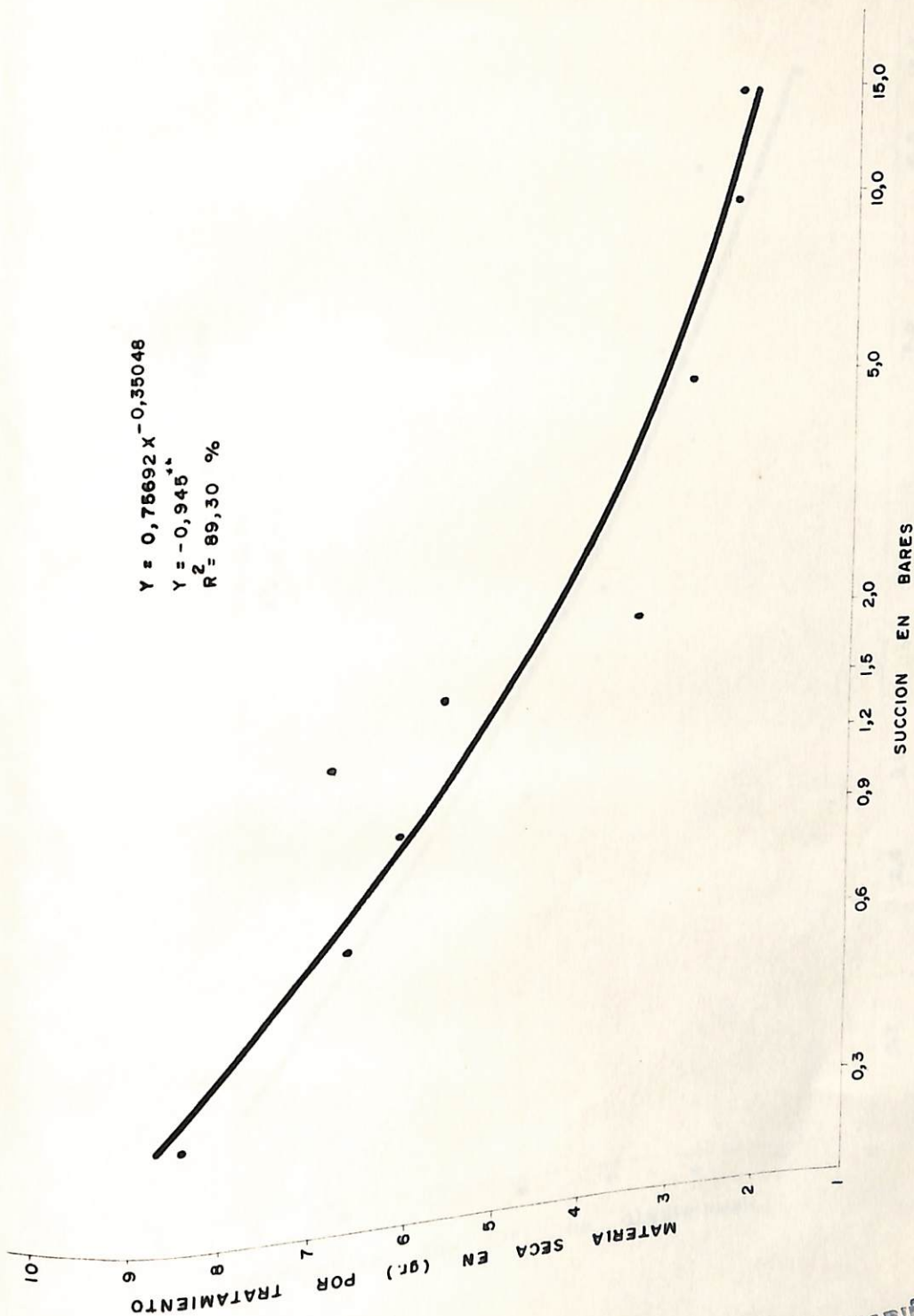


Fig. 5 RELACION ENTRE LA SUCCION TOTAL Y LA MATERIA SECA OBTENIDA DURANTE EL EXPERIMENTO.

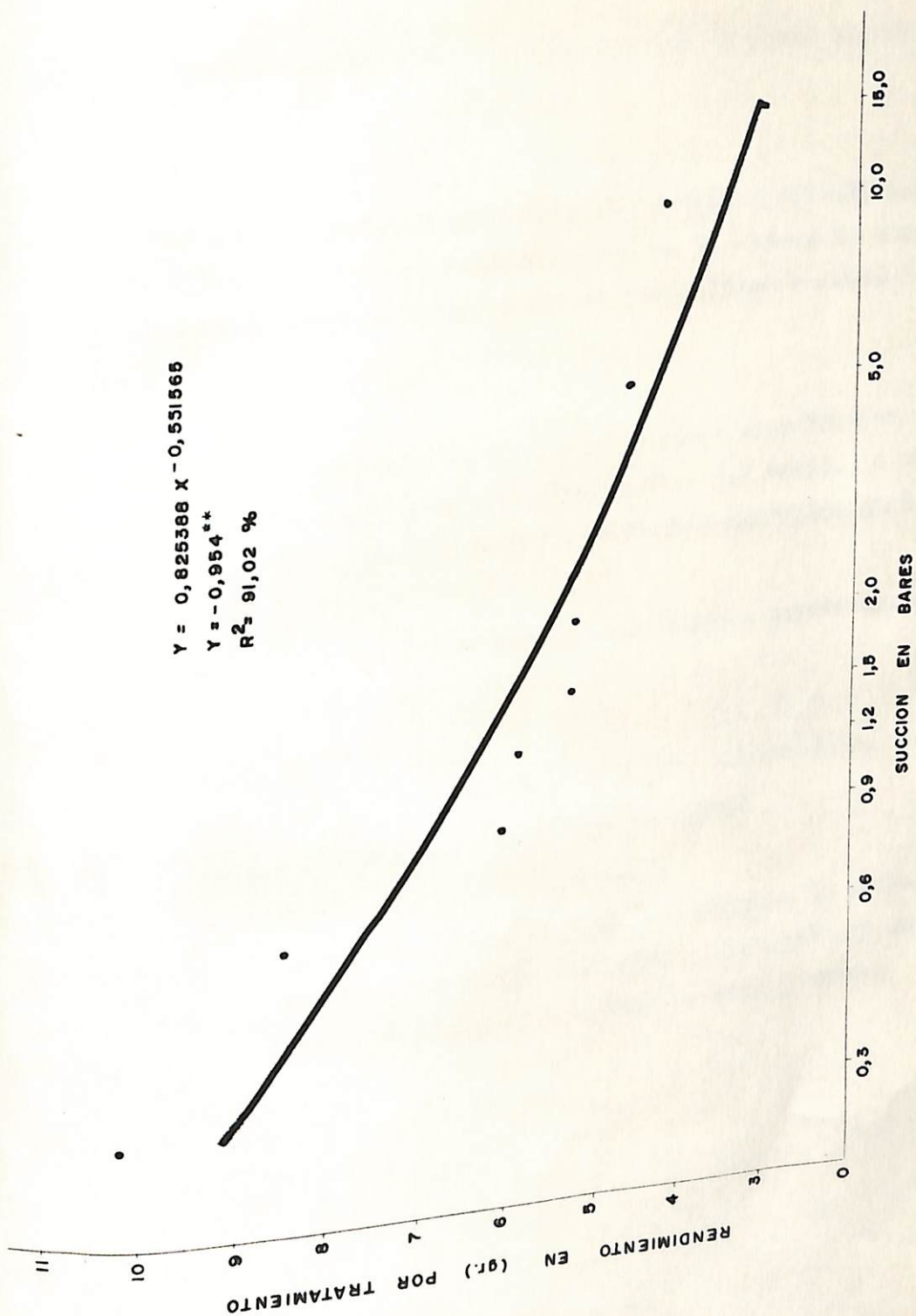


Fig. 6 RELACION ENTRE LA SUCCION Y EL RENDIMIENTO OBTENIDO DURANTE EL EXPERIMENTO.

V. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en este trabajo se puede concluir lo siguiente :

1. Las diferentes succiones aplicadas (0,3; 0,6; 0,9; 1,2; 1,5; 2,0; 3,0; 10,0 y 15 bares) influyeron acentuadamente en la altura de las plantas, peso de materia seca y producción de trigo variedad Tota, a nivel de invierno.

2. La altura de las plantas de trigo es similar estadísticamente cuando los niveles de succión corresponden a 0,3; 0,6 y 0,9 bares. A niveles de succión más altos, las plantas sufren reducciones graduales en la altura.

3. El peso de materia seca disminuye notoriamente cuando los niveles de succión son mayores de 1,5 bares.

4. Los rendimientos de grano de trigo "Tota", son mayores, cuando los niveles de succión, se encuentran entre 0,3 y 0,6 bares.

5. Con un nivel de succión de 0,3 bares, las plantas de trigo tuvieron un mejor aspecto agronómico, dado por un mejor desarrollo de las plantas, así como los rendimientos más altos de materia seca y grano.

VI. RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en el Municipio de Pasto, Departamento de Nariño, a partir del mes de Febrero de 1977, con el objeto de determinar el efecto de la succión total del agua en un suelo clasificado como Typic Dystrandept, tomando como planta indicadora el trigo variedad "Tota".

El ensayo se llevó a cabo a nivel de maceteras de acuerdo con un diseño irrestrictamente al azar con cuatro replicaciones para nueve tratamientos, que consistieron en los niveles de succión de 0,3; 0,6; 0,9; 1,2; 1,5; 2,0; 3,0; 10,0 y 15,0 bares.

Se determinó que los niveles óptimos de succión para el desarrollo de las plantas (altura), estuvieron entre 0,3 y 1,2 bares, mientras que los niveles de 0,3; 0,6; 0,9; 1,2 y 1,5 bares permitieron los mayores pesos de materia seca. La producción de granos fue mayor entre los niveles de 0,3 y 0,6 bares.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS

SUMMARY

Present work was carried out in the Municipality of Pasto, Department of Nariño. The investigation began in the month of February of 1977 with the objective of determining the effect of the total suction of water in a soil classified as Typic Dystrandept, taking as indicator plant, wheat, "Tota" variety.

The experiment was carried out at pots level, according with a randomized design, with 4 replications for 9 treatments or suction levels : 0,3; 0,6; 0,9; 1,2; 1,5; 2,0; 5,0; 10,0 and 15,0 bars. It was determined that optimum levels of suction for the development of plants, were between 0,3 and 1,2 bars; besides that the levels of 0,3; 0,6; 0,9; 1,2 and 1,5 bars allowed the majors weights of dry material. The yield was major between the levels of 0,3 and 0,6 bars.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. ARIAS, A. y LEGANDA, L. Método rápido para obtener la curva de retención de humedad en suelos de Maricao y Putumayo. *Suelos Neotrópicos* 1(8) : 322-333. 1977.
2. BUCHELI, J. y MONTENEGRO, G. Efecto de la sucesión matricial sobre la utilización del fósforo, en un suelo Andosol de Maricao, Colombia. *Tesis Ing. Agr. Pasto, Universidad de Maricao, Facultad de Ciencias Agrícolas*, 1977. 62 p.
3. BURGOS, R. Proceso para la multiplicación, beneficio y tratamiento de semillas certificadas de trigo (*Triticum vulgare* L.). *Tesis Ing. Agr. Pasto, Universidad de Maricao, Instituto Tecnológico Agrícola*, 1970. 62 p.
4. CHAVES, R. S. y LAIRD, R. J. Riego y fertilización del trigo. *La Hacienda* 56(8) : 32-35. 1961.
5. ESPINAL, T. L. y MONTENEGRO, E. Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Departamento Agrícola, Bogotá. *Canal N° 1*. 201 p. 1963.
6. FELDMAN, J. y CHILDERS, H. F. Effect of irrigation on fruit size and yield of peaches in Pennsylvania. *American Society of Horticultural Science, Proceedings* 69 : 126-130. 1957.
7. FORSYTH, W. H. El manejo de la sucesión total en suelos salinos y el rendimiento de las cosechas. *In* Simposio sobre salinidad. La Habana, Line, Perú, IICA, 1966. 15 p.
8. ———, ACHAYO, J. y GUERRERO, C. Uso de medidas físicas de los suelos arenosos para evaluar en ellos el manejo del complejo agua-aire-planta. *Pitotecnía Latinoamericana* 4 : 81-94. 1967.

9. FORSYTHE, W. H. Las propiedades físicas, los factores físicos de crecimiento y la productividad del suelo. *Fitotecnia Latinoamericana* 4 : 81-84. 1965.
10. GINGRISH, J. R. y RUSSELL, M. S. Effect of soil moisture tension and osmotic stress on root growth. *Soil Science* 84 : 185-189. 1957.
11. GAVANDE, S. y BORNEMISLA, E. Terminología moderna de energía de agua en el sistema suelo-planta-agua. *Turrialba* 19(1): 103-108. 1969.
12. HAGUES, J. L. The effect of availability of soil moisture upon vegetative growth and water use in corn. *Journal of the American Society of Agronomy* 40 : 385-395. 1948.
13. HURTER, A. S. y RELEY, O. J. Extension of plant root into dry soil. *Plant Physiology* 21 : 445-451. 1964.
14. IZAGUIRRE, A. y FERNANDEZ, G. Relaciones entre potencial de humedad del suelo y la producción de nitratos. *In* Memorias I Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Chapingo, México, 1963. pp. 463-475.
15. LEGARDA, B. L., ARIAS, H. A. y CIVELLY, P. F. Riegos y drenajes. *Pasato, Universidad de Maricao, Facultad de Ciencias Agrícolas*, 1974. 228 p.
16. LUNA, C. y CARLINHON, F. Suelos derivados de cenizas volcánicas del Departamento de Maricao. *Instituto Geográfico "Agustín Codazzi"*, Departamento Agrológico. Vol. IX, No. 2. 154 p. 1973.
17. PETERS, D. B. y RUNKLES, J. R. Shoot and root growth as affected by water availability. *In* Hagen, R. H. et al., *Irrigation of agricultural lands*. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy. 1967. pp. 373-387.

18. RICHARDS, L. A. Suelos salinos y sódicos. Trad. por Nicolás Sánchez et al. Centro Regional de Ayuda Técnica. México, 1964. 150 p.
19. _____. y OGATA, G. Thermocouple for vapor pressure measurement in biological and soil systems at high humidity. Science 128 : 1089. 1958.
20. _____. y WADLEIGH, C. H. Soil water and plant growth. In Shaw B. ed. Soil physical conditions and plants growth. New York, Academic Press. 1952. Vol. 2. pp. 73-251.
21. ROBINS, J. S. y DOMINGO, C. E. Some effects of several soil moisture deficits at specific growth stages in corn. International Agronomy 45 : 618-621. 1953.
22. RUSSELL, J. E. y RUSSELL, E. W. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Traducido por González G. G. 3a. ed. 1964. 771 p.
23. SLATYER, R. O. The influence of progressive increase in total soil moisture stress of transpiration, growth and internal water relationship of plant. Australian Journal Biological Science 10: 320-336. 1957.
24. TAYLOR, S. Use of mean soil moisture tension to evaluate the effect of soil moisture on crops field. Soil Science 74: 217-226. 1952.
25. TSCHAPEK, M. W. El agua en el suelo. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1966. 557 p.
26. VAADIA, Y., RANEY, F. C. y HAGAN, R. M. Plant water deficits and physiological processes. Annual review of Plant Physiology 12: 265-292. 1961.

27. VEINSTEIN, F. J. y HENDERICKSON, A. H. Some plant and soil moisture relations. American Soil Survey Association, Bulletin : 7-80. 1933.
28. HADLEIGH, G. H. y AYRES, A. D. Grow and biochemical composition of bean plants as conditioned by soil moisture tension and sal concentration. Plant Physiology 20 : 106-132. 1946.

APPENDICE

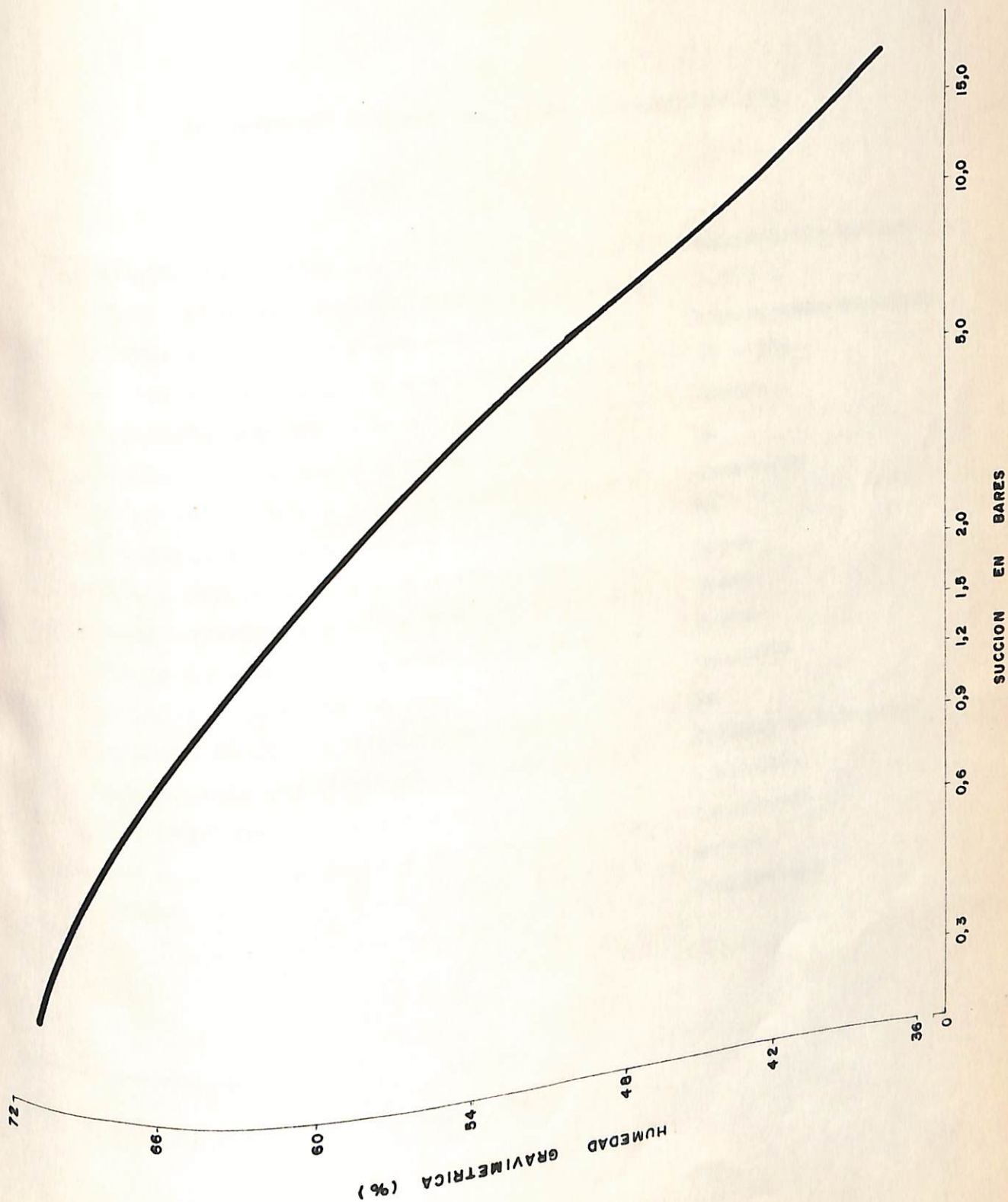


Fig. 1 CURVA DE RETENCION DE HUMEDAD DEL SUELO EXPERIMENTAL.

TABLA I

DESCRIPCION GENERAL DEL SUELO EXPERIMENTAL (1)

Posición geográfica	Ligeramente convexa
Altura sobre el nivel del mar	3.100 m
Relieve	Ligeramente ondulado
Pendiente	15 - 20%
Vegetación natural	Pastos
Erosión	No
Uso actual	Ganadería
Inundabilidad	No
Drenaje natural	Bueno
Drenaje externo	Bueno
Drenaje interno	Bueno
Profundidad efectiva	Profundo
Limitante de profundidad	No
Material parental derivado	Cenizas volcánicas
Nivel freático	Profundo
Orden	Inceptisol
Suborden	Andept
Grupo	Dystrandept

(1) Tomado de Bucheli y Montenegro (2)

TABLA II

DESCRIPCION DEL PERFIL DEL SUELO EXPERIMENTAL (1)

HORIZONTE	NOMENCLATURA		A 1	B 1	B 2	C
	PROFUNDIDAD		0.25 Cm.	0.85 Cm.	0.85 Cm.	0.85 Cm - X
	LIMITES	N	DIFUSO	GRADUAL	CLARO	
		T				
G . HUMEDAD			HUMEDO	HUMEDO	HUMEDO	HUMEDO
MATRIZ	NOMBRE		NEGRO	GRIS OSCURO	CAFE GRISA CEO OSCURO	CAFE AMARI LLO OSCURO
	MUNSELL		10YR 2/1	10YR 3/1	10YR 4/2	10YR 4/4
MANCHAS DE COLOR	NOMBRE				NEGRAS	
	CANTIDAD				ABUNDANTES	
TEXTURA			F. L.	F.	F. Ar. L.	F. Ar. L.
ESTRUCTURA	TIPO		BLOQUE SUBANGULAR	BLOQUE SUBANGULAR	BLOQUE SUBANGULAR	BLOQUE SUBANGULAR
	CLASE		MEDIOS	MEDIOS		PEQUEÑOS
	GRADO		DEBIL	DEBIL		MUY DEBIL
CONSISTENCIA	SECO		BLANDA	BLANDA		
	HUMEDO		FRIABLE	FRIABLE		
POROS	CANTIDAD		MUCHOS	POCOS GRANDES		ABUNDANTES
	TAMAÑO		FINOS	ABUNDANTES FINOS		FINOS
	FORMA		TUBULAR	TUBULAR		TUBULAR
PERMEABILIDAD			BUENA	BUENA		
P. DE MACRO-ORGANISMO			NO	ABUNDANTE	ABUNDANTE	NO
R. DE RAICILLAS			ABUND. 30 cm.	ESCASAS		
REACCION AL HCI			NO			

Benavides I. A.

(1) Información personal de Homero Benavides I.A.

TABLE III

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS DEL SUELO EXPERIMENTAL (1)

Arcillas, %	34
Limos, %	29
Arenas, %	37
Textura	Pco. arcilloso
Coefficiente higroscópico, %	14
Densidad de partículas, g/cc	2,70
Densidad aparente, g/cc	0,55
Porosidad, %	79,63
Capacidad de campo gravimétrica, %	67,92
Punto de marchitamiento, %	33,97
Reacción del suelo (pH)	5,95
Nitrógeno total, %	0,89
Carbono orgánico, %	8,70
Materia orgánica, %	14,98
Relación carbono-nitrógeno	9,59
Fósforo aprovechable, ppm	4,10
Calcio de cambio, me/100 de suelo	3,90
Magnesio de cambio, me/100 g de suelo	1,60
Potasio de cambio, me/100 g de suelo	0,28
Aluminio de cambio, me/100 g de suelo	1,46
Hidrógeno de cambio, me/100 g de suelo	51,50
Capacidad de intercambio catiónico, me/100g suelo	5,70
Bases totales	6,27
Saturación de bases	11

(1) Tomado de Bucheli y Montenegro (2)

TABLA IV

VALORES DE RENDIMIENTO, ALTURA Y MATERIA SECA ESTIMADOS
POR UNA REGRESION EXPONENCIAL, CON RELACION A LOS VALORES OBTENIDOS
DURANTE EL EXPERIMENTO

Succión (bares)	Rendimiento (g)		Altura (cm)		Materia seca (g)	
	Obtenido	Estimado	Obtenido	Estimado	Obtenido	Estimado
0,3	10,22	9,09	63,00	67,27	8,41	8,70
0,6	8,50	7,62	63,50	62,63	6,61	6,83
0,9	6,15	6,87	61,75	59,13	6,10	5,92
1,2	5,90	6,38	62,25	57,19	6,83	5,36
1,5	5,36	6,03	54,75	55,71	5,67	4,95
2,0	5,24	5,60	52,25	53,87	3,26	4,48
5,0	4,63	4,43	46,50	48,39	2,92	3,25
10,0	4,32	3,71	43,75	44,62	2,59	2,65
15,0	3,21	3,35	43,50	42,55	2,38	2,21

L

20351	
6T Bohorquez Niño, Luis Albe	
833.11 Efecto de la sución total	
B677 sobre la produccion de trigo	
Ej.2	
	VENCE
NOMBRE	Hernán Muñoz 4540
No. del Carnet	
NOMBRE	Fernando Colloza
No. del Carnet	009
NOMBRE	Carlos Zambrano

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS

+

T
E-633.11
B677
Ej.2.

20351

X